



ESTUDI DELS IMPACTES DEL CANVI CLIMÀTIC A BARCELONA

INTRODUCCIÓ AL CANVI CLIMÀTIC

BR

BARCELONA
REGIONAL
AGÈNCIA
DESENVOLUPAMENT
URBÀ

Ajuntament de
Barcelona



CLIENT



REDACCIÓ



BARCELONA
REGIONAL
AGÈNCIA
DESENVOLUPAMENT
URBÀ

CARRER 60, 25-27.
EDIFICI Z, PLANTA 2
SECTOR A, ZONA FRANCA
08040 BARCELONA
T 932 237 400
F 932 237 414

www.bcnregional.com
br@bcnregional.com

COORDINACIÓ

Marc Montlleó Balsebre, *Director Tècnic*

COL·LABORACIÓ

Gemma Conde Cros, *Ambientòloga*
Alan Alguacil García, *Geògraf*
Hèctor Grau Garceran, *Geògraf i tècnic GIS*
Gustavo Rodríguez Ferrer, *Cap d'Infraestructures energètiques*

i l'equip tècnic i administratiu de Barcelona Regional

DIRECCIÓ PER PART DE L'AJUNTAMENT DE BARCELONA

Irma Ventayol i Ceferino, *Coordinadora de l'Oficina de Sostenibilitat*
Ares Gabàs Masip, *Responsable de Resiliència Urbana*

I l'equip tècnic:

Benjamí Gauchía Legal
Andoni González Gómez
Patricia Lacera Martínez

© 2017, BARCELONA REGIONAL



ÍNDEX

1. EL CANVI CLIMÀTIC	5
1.1. EL CANVI CLIMÀTIC, UN REPTE GLOBAL	7
1.2. EL PAPER DE LES CIUTATS.....	7
1.3. QUÈ FA BARCELONA PER ADAPTAR-SE I SER MÉS RESILIENT DAVANT EL CANVI CLIMÀTIC?	8
1.4. EL PLA DE RESILIÈNCIA I ADAPTACIÓ AL CANVI CLIMÀTIC	11
1.4.1. Impactes del Canvi Climàtic a Barcelona.....	11
1.4.2. El Compromís de Barcelona pel Clima	14
1.5. PERÒ, QUÈ ÉS EL CANVI CLIMÀTIC?	15
1.6. SEMPRE HEM TINGUT EL MATEIX CLIMA?	17
1.7. EL CLIMA MUNDIAL ACTUAL	20
1.8. CONSCIÈNCIA DEL PROBLEMA A NIVELL INTERNACIONAL	22
1.9. COM ES POT SABER EL CLIMA FUTUR?	24
1.10. REGIONALITZACIÓ A L'ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA	26
2. EL CANVI CLIMÀTIC A BARCELONA	29
2.1. QUIN CLIMA TÉ ARA BARCELONA?	31
2.1.1. Variables de Temperatura.....	31
2.1.2. Variables de Precipitació.....	33
2.2. ELS ESCENARIS CLIMÀTICS FUTURS ESTUDIATS A BARCELONA.....	34
2.3. QUIN CLIMA ES PREVEU QUE TINDRÀ BARCELONA EN EL FUTUR?	36
2.3.1. Projeccions de futur de temperatura	36
2.3.2. Projeccions de futur de precipitació	43
3. BIBLIOGRAFIA	49
4. ANNEXOS.....	53
4.1. ANNEX 1: CLIMA ACTUAL.....	55
4.2. ANNEX 2: SIMULACIONS CLIMÀTIQUES DEL S.XXI	60

1. EL CANVI CLIMÀTIC

- 1.1. El canvi climàtic, un repte global
- 1.2. El paper de les ciutats
- 1.3. Què fa Barcelona per adaptar-se i ser més resilient davant el canvi climàtic?
- 1.4. El pla de resiliència i adaptació al canvi climàtic
- 1.5. Però, què és el canvi climàtic?
- 1.6. Sempre hem tingut el mateix clima?
- 1.7. El clima mundial actual
- 1.8. Consciència del problema a nivell internacional
- 1.9. Com es pot saber el clima futur?
- 1.10. Regionalització a l'Àrea Metropolitana de Barcelona



1.1. EL CANVI CLIMÀTIC, UN REPTE GLOBAL

El canvi climàtic és un dels grans reptes de la humanitat pel segle XXI, ja que incideix directament en el model de creixement i de desenvolupament dels països anomenats del primer món, basat en un consum energètic procedent de combustibles fòssils que no és ni sostenible en el temps ni extrapolable a la resta de països de la Terra.

La comunitat científica internacional, a través del Grup Intergovernamental d'Experts sobre Canvi Climàtic (IPCC en anglès) ja fa temps que està analitzant i avaluant els efectes del canvi climàtic sobre el medi ambient, els sistemes socioeconòmics i el benestar de les persones. Des del 1990 l'IPCC publica Informes d'Avaluació que són el gran referent mundial en matèria de canvi climàtic per saber l'estat del coneixement científic, tècnic i socioeconòmic, així com les seves causes, els seus potencials impactes i les estratègies de resposta. En el cinquè i darrer Informe de l'IPCC publicat al 2014 (AR5 – Fifth Assessment Report), es conclou que el canvi climàtic és inqüestionable, que algunes de les seves conseqüències actualment ja són visibles i que cal actuar urgentment.

El canvi climàtic és un dels reptes col·lectius més grans a què s'ha hagut d'enfrontar l'espècie humana al llarg de la seva història i que requereix solidaritat entre els diferents països, atès que els seus efectes traspassen tota mena de fronteres. A més els seus efectes no tenen la mateixa intensitat a tot el món, ja que els països que més estan patint els impactes climàtics són els menys emissors i els que menys capacitat tenen per contrarestar els efectes negatius per a la seva població.

Arribats a aquest punt, és hora de reaccionar i actuar, perquè tal i com està demostrat no es tracta d'evitar una futura problemàtica sinó de pal·liar una realitat present.

1.2. EL PAPER DE LES CIUTATS

Les ciutats representen part del problema del canvi climàtic, ja que concentren bona part de les emissions i del consum energètic de tot el món, però per això mateix també són una part clau de la solució.

En termes generals, gran part de les ciutats ja estan rebent els impactes associats al canvi climàtic, com efectes sobre la salut, l'augment de les temperatures, l'agreuament de l'efecte illa de calor, més períodes de sequera i més inundacions, més onades de calor, l'increment del nivell del mar, la disminució dels recursos hídrics,... En aquest context les ciutats (com les regions i els estats) han d'actuar en varis fronts alhora: en mitigar les emissions, en adaptar-nos als efectes del canvi climàtic i en treballar per a ser més resilients.

Les actuacions de les administracions locals són molt importants per a la gestió de la qüestió del canvi climàtic tant a nivell local, en la mesura que milloren les condicions de vida dels seus ciutadans, com a escala global atès que les concentracions urbanes a tot el món engloben ja avui més del 54% dels habitants del planeta i a la Unió Europea un 74% de la població viu en àrees urbanes on es consumeix el 75% de l'energia.

Les ciutats i els seus àmbits metropolitans representen un enllaç intens entre la urbanització, l'ús de l'energia i les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle. La densitat urbana i l'organització espacial són factors clau que influeixen en el consum d'energia, especialment en els sectors del transport i dels edificis.

A la nostra ciutat la tendència dels darrers anys en consum d'energia final ha estat a l'alça. Es va passar de consumir 15.665 GWh l'any 1999 a consumir 16.782 GWh el 2012, tot i que la tendència és a disminuir el consum per càpita, ja que mentre l'any 1999 el consum d'energia per habitant era de 10,60 MWh/any, l'any 2012 va ser de 10,35 MWh/any. Cal dir que una part d'aquesta reducció pot estar relacionada amb la crisi econòmica. Amb l'evolució dels propers anys es podrà acabar de constatar l'evolució real del consum d'energia, podent diferenciar-hi l'efecte crisi.

Pel que fa a les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (diòxid de carboni, metà, òxid nítrós...), l'any 2014 Barcelona va emetre un total de 3.329.095 tones de CO₂ equivalent que representen 2,08 tones de CO₂ equivalent per càpita, força per sota de les emissions de l'any 1999, que van ser de 3,19 tones de CO₂ equivalent.

1.3. QUÈ FA BARCELONA PER ADAPTAR-SE I SER MÉS RESILIENT DAVANT EL CANVI CLIMÀTIC?

Barcelona fa molts anys que està sensibilitzada en aquesta problemàtica i ha treballat tant en adoptar compromisos internacionals i locals com en aprovar diferents plans o mesures enfocats a la mitigació o adaptació als efectes del canvi climàtic.

A continuació es detallen els compromisos internacionals i locals més rellevants:

- **El Compromís ciutadà per la sostenibilitat 2002-2012, actualitzat pel període 2012-2022**, i actualment signat per un miler d'entitats ciutadanes vinculades a la Xarxa Barcelona + Sostenible i el mateix Ajuntament de Barcelona.
- **El Pacte d'alcaldes i alcaldesses per l'energia sostenible (Covenant of Mayors)**, signat l'any 2008, representa el principal objectiu pel que fa a mitigació, contemplant un mínim d'un 20% de reducció d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle l'any 2020.
- **El Pacte d'Alcaldes i alcaldesses per a l'adaptació al canvi climàtic (Mayors Adapt)**, de la Unió Europea, signat l'any 2014, representa el principal compromís en termes d'adaptació al canvi climàtic per les ciutats i contempla l'elaboració d'un Pla d'adaptació al canvi climàtic.
- **El "Compact of Mayors"**, signat l'any 2015, és un acord global, més enllà de la Unió Europea, que suposa la reafirmació de la ciutat al respecte dels principals compromisos, tant de mitigació com d'adaptació, recollits en el pacte d'alcaldes/esses i en el pacte d'alcaldes/esses per l'adaptació.
- **La Declaració i Acord de la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat de suport al comunicat de Lima**, signada l'any 2015, sense uns objectius quantitius específics, representa un posicionament estratègic de tots els membres de la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, entre ells Barcelona, envers la sostenibilitat.
- **El Compromís de Barcelona pel Clima**, signat el novembre del 2015, que construït sobre el Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat 2012-2022, Ajuntament i ciutadania sumen les iniciatives i esforços davant el repte del canvi climàtic.
- **Pacte d'Alcaldes i Alcaldesses pel Clima i l'Energia (Covenant of Mayors for Climate & Energy)**, signat el 2017, i on es fusionen les anteriors iniciatives europees de mitigació i adaptació al canvi climàtic. Aquest pacte neix amb vocació d'harmonitzar la vessant de la mitigació amb l'adaptació, amb l'objectiu de reduir les emissions de gasos amb efecte hivernacle en un 40% de cara al 2030 i incrementar la resiliència de les ciutats.

Per altra banda, Barcelona ha anat treballant en diferents estudis i anàlisi associats al canvi climàtic, entre els que destaquen per exemple:

- L'anàlisi dels plans d'adaptació al canvi climàtic
- Barcelona i el Canvi climàtic
- Barcelona, ciutat resilient al canvi climàtic
- Mesura de govern: Resiliència urbana

Imatge 1: Estudi de canvi climàtic, adaptació i resiliència de l'Ajuntament de Barcelona



Font: Ajuntament de Barcelona

Per tal de garantir consens en les polítiques de canvi de model de ciutat, més verda, equitativa, eficient i saludable, s'han desenvolupat en els darrers anys les següents mesures de govern relacionades amb l'assoliment dels objectius climàtics:

- Impuls dels terrats vius i cobertes verdes a Barcelona (2014).
- Estratègia de la Bicicleta (2015).
- Omplim de vida els carrers amb la implantació de les Superilles a Barcelona (2016).
- Transició cap a la Sobirania energètica (2016).
- Programa de mesures contra la contaminació atmosfèrica (2016).
- L'estratègia de Residu Zero de Barcelona (2016).
- Creació dels Punts d'Assessorament Energètic i de garantia de subministraments bàsics (2016).
- Resiliència Urbana (2016).
- Programa d'impuls a la generació d'energia solar a Barcelona (2017).
- Programa d'Impuls a la Infraestructura Verda Urbana (2017).

En els darrers anys també s'han desenvolupat els següents Plans estratègic relacionats amb el clima, com són:

- Pla d'energia, canvi climàtic i qualitat de l'aire (2011-2020).
- Pla de millora de la qualitat de l'aire (2015-2018).
- Pla del verd i la biodiversitat (2012-2020).

- Pla director de l'arbrat (2017-2037).
- Pla tècnic per a l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius (2017).
- Protocol per situació de sequera (anual).
- Pla estratègic dels espais litorals de la ciutat (2018-2027).
- Pla de prevenció de residus municipals de Barcelona (2012-2020).
- Pla de mobilitat urbana de Barcelona (2013-2018).
- Pla de millora energètica dels edificis municipals.
- Pla d'actuació per prevenir els efectes de les onades de calor sobre la salut (POCS).
- Estratègia d'impuls del consum responsable 2016-2019.
- Pla director d'Infraestructures de la Regió Metropolitana de Barcelona (2011-2020).
- Pla de barris de Barcelona (2016-2020).
- Pla pel dret a l'habitatge de Barcelona (2016-2025).

Imatge 2: Alguns dels plans i programes de l'Ajuntament relacionats amb les mesures d'adaptació i de resiliència enfront el canvi climàtic



Font: Ajuntament de Barcelona

L'acció conjunta dels compromisos internacionals i locals adoptats per la ciutat, dels estudis associats al canvi climàtic, de les mesures de govern i dels diferents Plans estratègics rellevants, ha fet que Barcelona sigui una de les ciutats compromeses amb la lluita contra el canvi climàtic.

1.4. EL PLA DE RESILIÈNCIA I ADAPTACIÓ AL CANVI CLIMÀTIC

Davant d'aquesta situació on la ciutat i els seus ciutadans ja reben els efectes del canvi climàtic i gràcies a la llarga experiència que té la ciutat en aquestes temes, l'Ajuntament de Barcelona va iniciar l'any 2015 els primers passos per redactar el **Pla de resiliència i adaptació al canvi climàtic**.

Aquest pla té la missió d'avançar cap a una ciutat que sigui capaç de fer front als seus reptes, impactes o situacions sorgides pels efectes del canvi climàtic d'una manera proactiva, i superant-los mentre n'aprèn i esdevenir cada vegada més forta i resilient, afegint valor a la ciutat i garantint la qualitat de vida de les persones que hi viuen i / o treballen.

Els objectius estratègics del Pla són:

- Involucrar els actors interns i externs per afrontar els reptes i oportunitats de construir una ciutat més resilient, afavorint l'adopció de comportaments resilient i la reducció de les vulnerabilitats, i fomentant la coordinació institucional i interdepartamental.
- Incorporar les variables i criteris de resiliència i canvi climàtic als programes, planejament existent, legislació, i establir pautes per la presa de decisions.
- Sistematitzar i definir metodologies i procediments per la identificació i avaluació de riscos, considerant el seu impacte sobre l'economia, medi ambient i la població.
- Definir mesures tenint en compte la protecció, renovació i enfortiment de sistemes existents. Incorporar l'aprenentatge com a valor, després de situacions crítiques, 'reconstruir'/restablir l'estat de normalitat de manera intel·ligent, aplicant les lliçons apreses amb les millors opcions i alternatives.
- Definir accions clau per actuar davant les vulnerabilitats de la ciutat, establint les responsabilitats, recursos i fites temporals necessaris.
- Definir criteris i metodologies per prioritzar les mesures descrites, considerant el factor d'incertesa de dels riscos i les seves conseqüències.
- Definir un sistema de monitorització de la resiliència, millorant la disponibilitat de dades de referència i la generació d'eines que aportin nova informació de valor per millorar la capacitat d'anàlisi. (sistemes de mapificació, consulta i comunicació).
- Incrementar la conscienciació sobre la resiliència i el canvi climàtic, involucrant la ciutadania a través de projectes demostratius i de participació.
- Expandir l'educació, formació i desenvolupament de perfils professionals per tal de garantir la disponibilitat i capacitat de de professionals en processos de construcció de resiliència i resposta i recuperació davant situacions excepcionals o d'emergència.
- Consolidar Barcelona com a ciutat de referència en resiliència i adaptació.

El present treball forma part de l'anàlisi dels impactes associat als aspectes més rellevants que es poden veure afectats pel canvi climàtic.

1.4.1. Impactes del Canvi Climàtic a Barcelona

Barcelona, com moltes altres ciutats del món, s'enfronta a patir els efectes del canvi climàtic de forma més accentuada que altres entorns menys urbans degut a l'elevada densitat de població, i a la concentració d'infraestructures i serveis. És per això, i dins el marc del "Pla de Resiliència i Adaptació al Canvi Climàtic", que l'Ajuntament de Barcelona ha encarregat a

Barcelona Regional l'elaboració del present “**Estudi dels impactes del canvi climàtic a Barcelona**”.

Per a l'elaboració d'aquest estudi, s'ha comptat amb la participació, col·laboració i/o assessorament dels següents organismes o institucions:

- **Servei Meteorològic de Catalunya (SMC):** en el desenvolupament de les projeccions climàtiques futures a Barcelona i en el capítol d'onades de calor (projeccions futures de temperatures, anàlisi de patrons sinòptics de les onades de calor i exemples d'onades de calor futures), qualitat de l'aire (caracterització i classificació dels patrons sinòptics dels dies d'alta concentració dels contaminants PM₁₀, NO₂ i O₃, així com a seva projeccions als escenaris futures de canvi climàtic) i efecte illa de calor (dades any tipus actual i futur).
- **Barcelona Cicle de l'Aigua (BCASA):** en el capítol de Cicle de l'Aigua i en els capítols d'inundabilitat de drenatge urbà i marítim.
- **Agència de l'Energia de Barcelona (AEB):** en el capítol de consum energètic.
- **Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB):** en el capítol d'onades de calor (criteris de vulnerabilitat) i biodiversitat (espècies plaga).
- **Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic de la Generalitat de Catalunya:** en el capítol de qualitat de l'aire per obtenir les dades de les estacions de Barcelona i d'algunes estacions de fons de Catalunya.
- **Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF):** en el capítol d'incendis forestals es va consultar la metodologia aplicada.
- **Agència Catalana de l'Aigua (ACA):** es va consultar per obtenir informació per al capítol d'inundabilitat fluvial.
- **Cambridge Environmental Research Consultants (CERC):** empresa subministradora del programa utilitzat per analitzar l'efecte illa de calor. S'ha seguit una validació i seguiment dels resultats en tot el procés.

En aquest estudi s'han analitzat les temàtiques que s'han considerat més rellevants des de l'òptica dels efectes del canvi climàtic a la ciutat de Barcelona, i s'han estructurat en els següents capítols:

- Introducció al Canvi Climàtic
- Capítol I: Efecte illa de calor
- Capítol II: Onades de calor
- Capítol III: Inundabilitat urbana
- Capítol IV: Inundabilitat marítima
- Capítol V: Biodiversitat
- Capítol VI: Incendis forestals
- Capítol VII: Qualitat de l'aire
- Capítol VIII: Cicle de l'aigua
- Capítol IX: Fluxos energètics
- Capítol X: Risc sobre les infraestructures

Imatge 3: Portades dels diferents capítols del “Estudi dels impactes del canvi climàtic a Barcelona”



Font: Barcelona Regional

Cada capítol (excepte el *Capítol – Introducció al canvi climàtic*) està estructurat en 5 grans apartats:

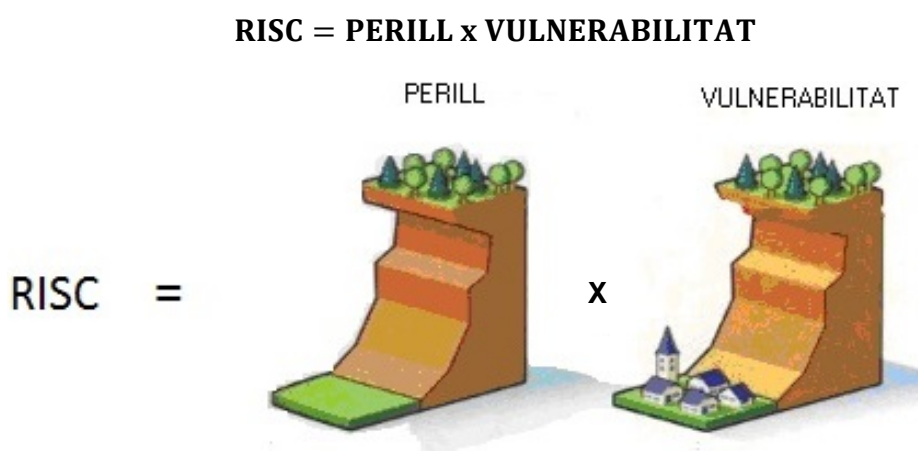
- Presentació del tema analitzat en cada capítol
- Anàlisi i diagnosi.
- Conclusions finals
- Recomanacions
- Bibliografia

Dins dels apartats d'*Anàlisi i diagnosi* de cada capítol, s'explica la metodologia utilitzada específicament en cada temàtica. Malgrat en alguns casos pot haver-li algunes variacions

metodològiques, en una part important del capítols s'ha usat un seguit de conceptes, com risc, perill o vulnerabilitat, que és important tenir clar què volen dir exactament. Les seves definicions genèriques serien:

- **Perill** es pot definir com la freqüència i intensitat (o magnitud) amb la que un determinat fenomen natural o antròpic impacta en un espai determinat.
- Per **vulnerabilitat**, s'entén la predisposició intrínseca d'un sistema (subjecte, grup, element físic, ecosistema, etc.) a ser afectat per un perill.
- **Risc** és la resultant de considerar el perill i la vulnerabilitat, valorant com cada sistema es veu afectat per un perill determinat.

Imatge 4: Esquema conceptual del risc, perill i vulnerabilitat



Font: Protecció Civil i Gestió d'Emergències del Govern d'Andorra

Aquests conceptes s'han utilitzat repetidament al llarg dels diferents capítols, malgrat en alguns l'anàlisi s'ha centrat més en analitzar el perill (com per exemple els capítols d'incendis forestals, inundabilitat urbana, inundabilitat marítima, efecte illa de calor o qualitat de l'aire), o en analitzar la vulnerabilitat (com per exemple el capítol de biodiversitat) o en analitzar els tres conceptes: perill, vulnerabilitat i risc (com per exemple els capítols d'onades de calor o l'efecte sobre les infraestructures).

Malgrat aquestes definicions genèriques, en cada un dels capítols s'especifica i concreta aquests conceptes des de l'òptica amb la qual ha estat analitzada per a cada temàtica.

Per altra banda, hi ha un seguit de capítols que no han basat el seu anàlisi i diagnosi en cap d'aquests tres conceptes ja que es basaven en l'anàlisi dels fluxos actuals o futurs . Aquest és el cas dels capítols dels fluxos energètics i el cicle de l'aigua.

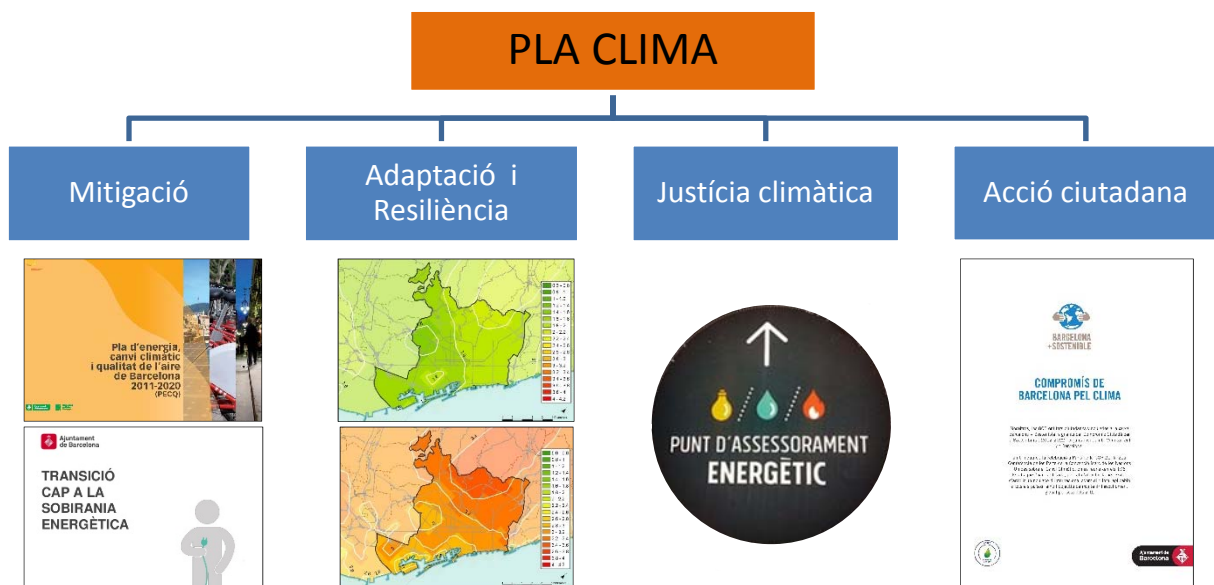
1.4.2. El Compromís de Barcelona pel Clima

El Compromís de Barcelona pel Clima, amb el suport d'un miler d'organitzacions, marca els objectius de reduir en un 40% les emissions de CO₂ equivalent per habitant respecte 2005 i incrementar el verd 1m² per habitant.

Per facilitar el compliment d'aquests objectius s'està redactant un nou Pla Clima que integra:

- la mitigació, ja que no podem deixar que un context de recuperació econòmica ens porti altre cop a consumir de manera insostenible.
- l'adaptació i la resiliència, perquè hem de preveure i preparar-nos per als efectes del canvi climàtic que ja estem notant
- la justícia climàtica, ja que cal posar les persones més vulnerables en el centre de les polítiques climàtiques
- i l'impuls a l'acció ciutadana, promovent projectes de cocreació.

El Pla de resiliència i adaptació al canvi climàtic s'inscriu dins del Pla Clima.



Font: Ajuntament de Barcelona

1.5. PERÒ, QUÈ ÉS EL CANVI CLIMÀTIC?

L'atmosfera del nostre planeta està formada per una sèrie de gasos que tenen un efecte d'hivernacle. Aquesta característica permet l'absorció i reemissió de la radiació infraroja reflexada per la superfície de la Terra (escalfor) i impedeix que part d'aquesta s'escapi de l'atmosfera. Així doncs, l'efecte d'hivernacle és un fenomen natural propi de tots els planetes amb atmosferes, que en el cas de la Terra estabilitza la temperatura mitjana del planeta al voltant dels 15°C, una temperatura apta per a la vida. En el cas que la Terra no tingués l'efecte d'hivernacle, la seva temperatura mitjana seria de -19°C, temperatura similar a la de la Lluna. Per tant, sense l'efecte d'hivernacle a la Terra no s'hagués pogut desenvolupar la vida.

L'atmosfera està formada per una mescla de gasos on hi destaquen sobretot el nitrogen (N₂) amb el 78% en volum de l'aire i l'oxigen (O₂) amb un 21%. El restant 1% està format per diferents gasos, com l'argó, el diòxid de carboni, el neó, l'heli, l'ozó, l'hidrogen, etc. Malgrat tenen una presència quantitativa poc important, tenen un paper molt actiu en la dinàmica atmosfèrica. Un dels més importants és el diòxid de carboni (CO₂) que tot i només representar

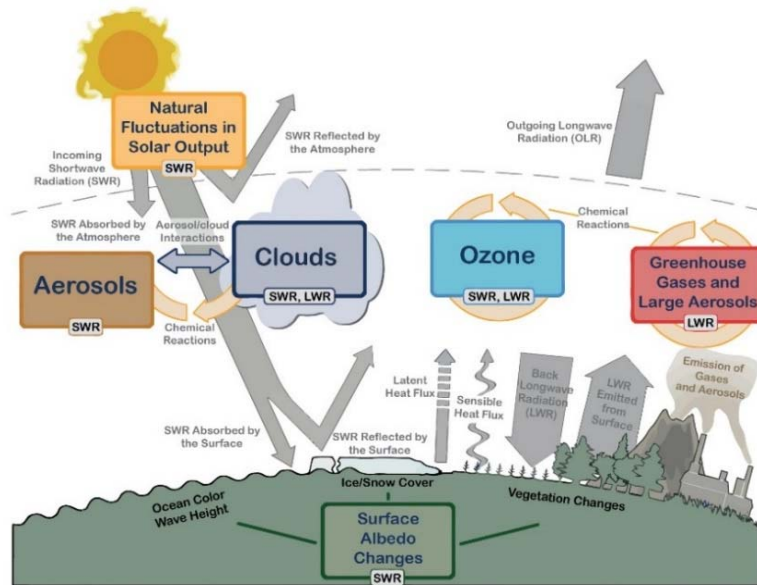
el 0,03% en volum de l'aire, té una gran incidència en el balanç energètic entre la radiació solar i la radiació terrestre.

El CO₂ és el màxim responsable de l'efecte hivernacle, però no n'és l'únic. Els principals gasos atmosfèrics que contribueixen a l'efecte d'hivernacle són el diòxid de carboni (CO₂), el metà (CH₄), l'òxid nitrós (N₂O), els halocarbons i l'hexafluorur de sofre (SF₆). Els tres primers es troben de forma natural a la composició de l'atmosfera però l'activitat humana n'ha fet augmentar la quantitat. En canvi els halocarbons i l'hexafluorur de sofre són d'origen totalment antropogènic.

Degut a l'acció dels humans s'està incrementant la quantitat d'alguns gasos naturals amb un elevat efecte d'hivernacle a l'atmosfera. L'IPCC atribueix la influència humana a l'escalfament global principalment a l'increment de 3 gasos clau que atrapen calor a l'atmosfera: diòxid de carboni, metà i òxid nitrós.

Això n'ha alterat el balanç energètic i com a conseqüència, les característiques del clima. L'increment dels gasos amb efecte d'hivernacle no deixa sortir a l'exterior una part important de l'energia terrestre d'ona llarga, fet que causa que la Terra es vagi escalfant.

Imatge 5: Efecte d'hivernacle



Font: Intergovernmental Panel on Climate Change - Fifth Assessment Report, 2014.

Però aquest escalfament no s'ha d'interpretar només com un canvi de la temperatura mitjana de la Terra, sinó també com una alteració profunda d'altres variables com la pluviometria, tant en quantitat com en distribució, els fenòmens meteorològics extrems, les sequeres, l'escalfament i l'acidificació dels oceans, l'increment del nivell del mar o el retrocés de les glaceres. Una alteració profunda que ja té com a conseqüència impactes evidents en la disponibilitat d'aigua, la distribució de la flora i la fauna, la productivitat dels conreus, la salut de les persones i sobre nombroses activitats socioeconòmiques.

El Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic reuneix periòdicament a milers de científics d'arreu del món per sintetitzar tota la recerca produïda en el camp del canvi climàtic i divulgar didàcticament els resultats obtinguts en les seves investigacions. Actualment pot semblar relativament trivial dir que l'activitat humana és la principal causa del canvi climàtic però, en realitat, la recerca científica que ha acabat demostrant la seva evident contribució a

aquest fenomen ha estat llarga i laboriosa. En el darrer Informe del IPCC (AR5) realitzat el 2014, finalment es conclou sense cap mena de dubte que les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle antropogèniques són la causa directa de l'increment progressiu de la temperatura mitjana global del planeta.

“L'escalfament del sistema climàtic és inequívoc, i des de la dècada de 1950 molts dels canvis observats no han tingut precedents en els últims decennis a mil·lennis. L'atmosfera i l'oceà s'han escalfat, els volums de neu i gel han disminuït, el nivell del mar ha pujat i les concentracions dels gasos amb efecte d'hivernacle han augmentat”

5^è informe de l'IPCC (AR5)

Malgrat hi ha un consens científic bastant extens en l'existència del canvi climàtic i que aquest és d'origen antròpic, cal dir que hi ha alguns sectors minoritaris que no n'estan del tot d'acord.

Les posicions d'aquests sectors, anomenats negacionistes, són molt variades. Un gruix força important sí que admeten que hi ha escalfament climàtic però en minimitzen la magnitud i sobretot que l'origen sigui antròpic, atribuint-ho a dinàmiques climàtiques naturals.

Altres grups dins dels negacionistes no consideren provat que l'escalfament global continuï creixent, o altres consideren que les conseqüències no seran en cap cas catastròfiques ja que el propi sistema climàtic es regularà. A nivell força minoritari, i que amb els anys s'ha anat reduint, són els que directament neguen que hi hagi cap tipus d'escalfament.

Malgrat el nombre de científics negacionistes és molt minoritari, la incidència que tenen sobre alguns mitjans de comunicació o sobre algunes polítiques climàtiques de determinats països és força rellevant.

1.6. SEMPRE HEM TINGUT EL MATEIX CLIMA?

Durant els 4.600 milions d'anys de vida de la Terra, el clima del planeta ha oscil·lat entre períodes més càlids que l'actual i èpoques molt fredes (glaciacions) durant les quals extenses àrees del planeta estaven cobertes de gel.

Durant al menys l'últim milió d'anys, la Terra ha experimentat cicles d'escalfament i refredament que duren aproximadament uns 100.000 anys. Al llarg del curs de cada cicle, les temperatures globals han caigut i pujat aproximadament uns 5°C cada vegada, conduint la Terra cap a una glaciació i després escalfant-la de nou. Actualment estem en un període entre glaciacions.

El clima té una variabilitat natural i ha sigut canviant al llarg de la història. Malgrat això, la paleoclimatologia¹ indica que el canvi climàtic actual no té precedents històrics en els canvis climàtics produïts fins ara a la Terra.

¹ Paleoclimatologia: la ciència que estudia l'evolució del clima de la Terra en el passat. El seu anàlisi es duu a terme observant els registres fòssils enterrats als sediments dels fons oceànics i dels llacs, mitjançant l'estudi dels anells dels arbres, dels esculls coral·lins o dels gels als casquets polars. Tots aquests elements contenen informació sobre les condicions climàtiques del passat i permeten estimar valors probables per a cada variable climàtica: precipitació, temperatura i concentració de diòxid de carboni a l'atmosfera, entre altres.

La Terra ha passat per períodes amb concentracions de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera superiors i inferiors als actuals, però en aquest cas es considera diferent. Per una banda, perquè les causes no són naturals i per l'altra perquè el ritme de canvi de paràmetres com la concentració de CO₂ o la temperatura és molt ràpid. La informació paleoclimàtica demostra que l'actual procés d'escalfament és quelcom inusual a la història del planeta, entre d'altres per una raó fonamental: els sistemes naturals no tenen la capacitat d'injectar a l'atmosfera gasos amb efecte d'hivernacle a la velocitat que nosaltres ho estem fent.

Les variacions climàtiques han existit al llarg de la història de la Terra a conseqüència de diferents fenòmens naturals, els quals es poden diferenciar en dos grans grups:

- Degut a **canvis d'elements externs al sistema climàtic**, entre els que destaca els canvis d'insolació associats a fluctuacions de l'òrbita terrestre, els canvis en la intensitat de l'activitat solar i al el moviment de les plaques tectòniques.
- Degut a **canvis d'elements interns del sistema climàtic**, com la concentració dels gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera, la mida dels casquets de glaç continental, l'extensió del glaç oceànic, la circulació oceànica, la biosfera terrestre i marina, i els aerosols, entre els més destacats.

L'estudi del clima passat sembla indicar que els grans canvis climàtics sempre han succeït per la interacció de varis d'aquests elements. L'opinió generalitzada dels científics creu que l'iniciador dels canvis climàtics anteriors van ser els elements externs del sistema climàtic (òrbita terrestre, intensitat solar, moviments tectònics,...), però aquests immediatament activaven la interacció dels elements interns que amplificaven o amortien la intensitat del canvi original. En el cas concret de la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle, els estudis paleontològics semblen indicar que malgrat la història climàtica del planeta ha anat molt lligada a les variacions de les concentracions d'aquests gasos, van ser més un element clau amplificador de la intensitat de bona part de les transicions climàtiques, que no pas l'element detonador.

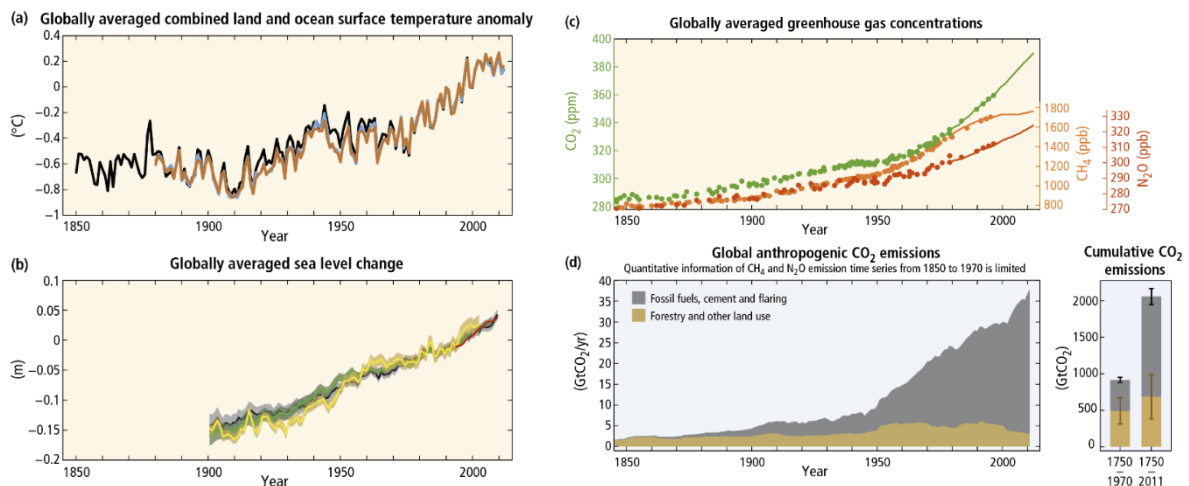
En l'actual situació de canvi, on el detonant principal és un element intern (l'augment de concentració de gasos amb efecte d'hivernacle a alta velocitat), caldrà veure l'evolució del sistema climàtic davant d'aquest fet inusual.

La causa per la qual la humanitat va començar a injectar a l'atmosfera gasos amb efecte d'hivernacle a una alta velocitat va ser el procés d'industrialització i desenvolupament dels segles XIX i XX. La industrialització ha estat fonamentada energèticament en la crema de combustible fòssils (carbó, petroli i gas) generant un augment de les concentracions de gasos amb efecte hivernacle que ha provocat un increment de la temperatura mitjana global del planeta. La concentració de CO₂ a l'atmosfera ha passat de 280 parts per milió (ppm) abans de la Revolució Industrial fins a les més de 400 ppm actual, la concentració més elevada dels darrers 400.000 anys.

Imatge 6: Concentració del CO₂ a l'atmosfera en els últims 400.000 anys

Font: NASA. Vostok ice core data/J.R. Petit et al.; NOAA Mauna Loa CO₂ record.

Aquest augment de la concentració de CO₂ i altres gasos amb efecte d'hivernacle ha produït un increment de la temperatura mitjana global del planeta, així com l'increment de la mitjana global del nivell del mar i la reducció de la cobertura de neu als casquets polars.

Imatge 7: Evolució de (a) la temperatura, (b) el nivell del mar, (c) concentració de gasos amb efecte d'hivernacle i (d) emissions de CO₂ des de l'any 1850.

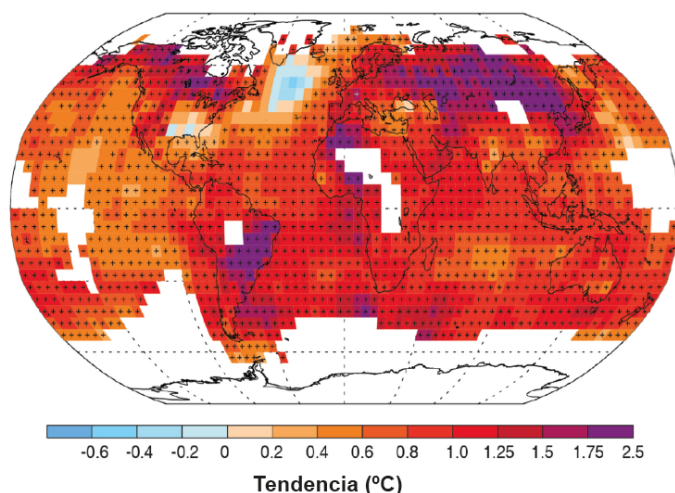
Font: Intergovernmental Panel on Climate Change. The Physical Science Basis, Fifth Assessment Report.

Així doncs, malgrat el clima mundial mai ha sigut estàtic, actualment l'IPCC aporta proves convincents que indiquen que en l'actualitat hi ha en marxa un nou tipus de canvi climàtic molt influenciat per el comportament antròpic que modifica la composició, la capacitat de recuperació i la productivitat dels ecosistemes naturals, podent afectar així el desenvolupament socioeconòmic, la salut i el benestar de la humanitat.

1.7. EL CLIMA MUNDIAL ACTUAL

Des de mitjans del segle passat s'han observat canvis en el sistema climàtic que no tenen precedents, tant si es compara amb els registres històrics observacionals, que daten de mitjans del segle XIX, como si es compara amb registres paleoclimàtics referits als últims mil·lennis.

Imatge 8: Canvi en la temperatura anual mitjana 1901-2012

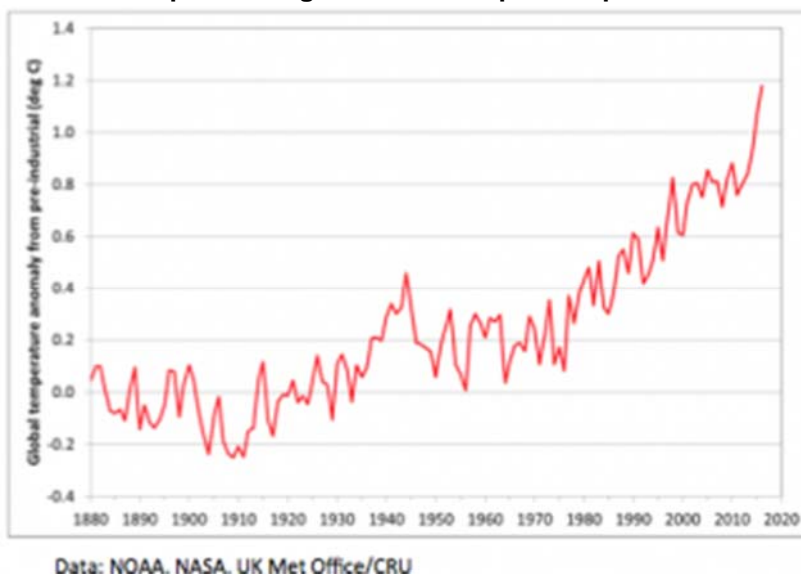


Font: “Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC, Grupo de Trabajo I”. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Segons dades de l'Organització Mundial de Meteorologia (WMO, pel seu acrònim en anglès) la temperatura mitjana global ha augmentat 1,1°C des del període preindustrial, i 0,83°C respecte al període de referència del 1961-1990.

Encara que l'augment de la temperatura mitjana va començar a finals del segle XIX, aquest increment s'ha accentuat sobretot els últims 35 anys, ja que 16 dels 17 anys més calorosos registrats són a partir del 2001.

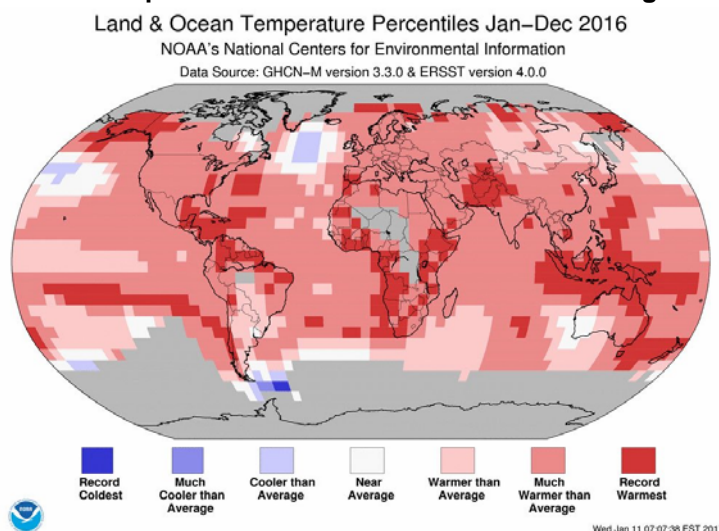
Imatge 9: Evolució de les temperatures globals des del període preindustrial.



Font: World Meteorological Organization (WMO)

Segons dades de WMO, el 2016 ha sigut l'any més calorós des que van començar els registres de temperatura l'any 1880, i el tercer any consecutiu en què la Terra bat el rècord de temperatura, un fet fins ara sense precedents. I el 2016 no només ha estat l'any més calorós, sinó que els mesos del gener al setembre han sigut els mesos amb les temperatures més altes, a excepció del juny. L'octubre, el novembre i el desembre del 2016 van ser els segons mesos més càlids des que hi ha registres (NASA).

Imatge 10: Percentils de la temperatura de la terra i dels oceans entre gener i desembre 2016

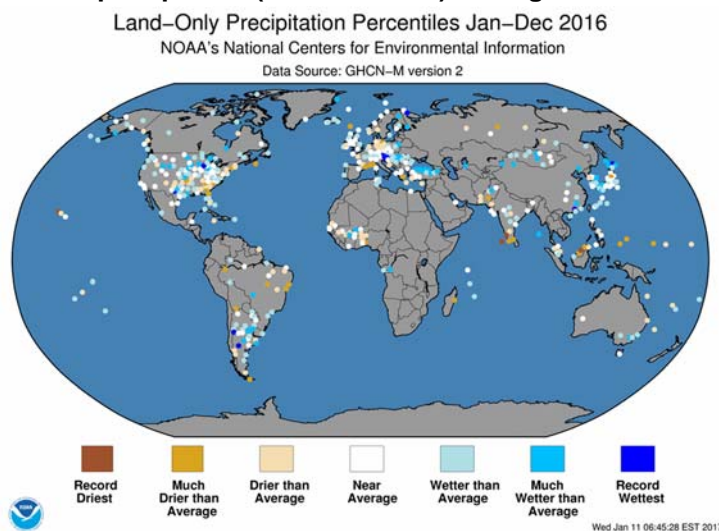


Font: National Oceanic and Atmospheric Administration. US Department of Commerce (NOAA)

Durant l'any 2016 també s'han superat els rècords d'extensió mínima del gel marí a l'Àrtic i a l'Antàrtida. El gel de l'Àrtic s'està escalfat dues vegades més ràpid que la mitjana mundial, produint que el desgel anual es produeixi de forma anticipada. Aquesta pèrdua constant de gel marí està condicionant els règims meteorològics i climatològics i la circulació oceànica en totes les parts del món.

Pel que fa a les pluges, també s'ha observat que han variat de manera significativa arreu del món. A grans trets, la precipitació ha augmentat en les zones terrestres de latituds mitges del hemisferi nord des del 1950, malgrat també es poden trobar episodis de sequera en certs períodes, ja que també augmenta la freqüència d'episodis extrems.

Imatge 11: Percentils de la precipitació (només a terra) entre gener i desembre 2016



Font: National Oceanic and Atmospheric Administration. US Department of Commerce (NOAA)

Els oceans també s'han escalfat, sobretot la capa superior de l'oceà. En el període 1971-2010 s'ha incrementat en més de 0,1°C per dècada, en els primers 75 metres. Aquest escalfament decreix amb la profunditat i s'estén fins els 2.000 m.

Per altra banda, el nivell mig del mar en general ha augmentat en 0,19 m en el període de 1901-2010. Però es detecta que el ritme de creixement del nivell del mar s'ha accelerat en els dos últims segles, amb un ritme de 1,7 mm/any en el període 1901-2010 i de 3,2 mm/any entre el 1993-2010.

1.8. CONSCIÈNCIA DEL PROBLEMA A NIVELL INTERNACIONAL

La primera vegada que es va posar de manifest la possible influència de l'activitat humana sobre el clima va ser l'any 1972 a la **Conferència de les Nacions Unides sobre el Medi Humà** que es va realitzar a Stockholm. Aquesta conferència va ser el punt a partir del qual la comunitat internacional, encapçalada principalment per les Nacions Unides (ONU) i la Organització Meteorològica Mundial (OMM), va iniciar un llarg procés d'anàlisi i investigació d'aquest repte global.

L'any 1988 l'ONU conjuntament amb l'OMM van crear el Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC), que ha estat el gran referent científic sobre el canvi climàtic per avaluar l'estat dels coneixements científics, tècnics i socioeconòmics del moment, les seves causes, possibles repercussions i estratègies de resposta davant d'aquest fenomen.

Però va ser la **Cimera de la Terra de Rio** l'any 1992 on la problemàtica del canvi climàtic va tenir el primer reconeixement internacional per al públic en general. Durant la Cimera es va aprovar el Conveni Marc de les Nacions Unides sobre canvi climàtic, com a element central dels esforços mundials per combatre l'escalfament de la Terra. El Conveni va ser ratificat per 194 països i va permetre, en el 1997, la signatura del Protocol de Kyoto.

Amb el **Protocol de Kyoto** es va voler limitar el creixement i aconseguir una estabilització de les concentracions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) a l'atmosfera. L'objectiu principal va ser reduir les emissions dels països industrialitzats un 5,2% per sota del volum de les emissions de l'any 1990.

Per realitzar el seguiment del compliment del Protocol de Kyoto, l'IPCC va realitzar les **Conferències de les Parts** (COP, per les sigles en anglès), reunions de seguiment que se celebren anualment en diverses ciutats del món on s'avalua la situació d'aquell any i s'estableixen les diverses línies d'actuació que han de guiar les polítiques públiques. Amb això es pretenia tant reduir les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (mitigació), com a la vegada, preveure estratègies en les zones més vulnerables als impactes del canvi climàtic (adaptació).

La **COP21 de París**, realitzada el desembre del 2015, va concloure amb l'adopció d'un important acord signat per 195 països, per combatre el canvi climàtic i impulsar mesures i inversions per a un futur baix en emissions de carboni, resilient i sostenible.

L'entrada en vigor de l'Acord de París es va produir el passat 4 de novembre del 2016, dos anys abans de la data prevista inicialment. Aquest Acord ha estat ratificat per 112 països, els

quals representen el 77% de les emissions mundials. L'Acord de París substituirà el Protocol de Kyoto a partir de 2020.

Amb l'acord de París es crea un nou esquema de lluita contra el canvi climàtic amb vocació de llarga durada, que involucra tota la comunitat internacional, accepta diferents graus d'esforç per part dels actors, i crea un sistema de revisió periòdica de la implantació de les mesures.

L'acord de París té per objectiu no augmentar la temperatura mitjana de la Terra per sobre dels 2°C respecte els nivells preindustrials, fer tots els esforços per no sobrepassar els 1,5°C i reforçar la capacitat per afrontar els impactes del canvi climàtic. L'objectiu d'aquest Protocol és força ambiciós ja que suposa reduir les emissions entre un 80-90% pel 2050.

Una de les seves fites és que les nacions intentin que les emissions toquin sostre tan aviat com sigui possible, per així aconseguir a la segona meitat de segle un equilibri entre els gasos emesos i els que poden ser absorbits.

Les retallades voluntàries d'emissions contemplades en l'Acord de París es començaran a aplicar a partir del 2020 i contenen objectius per al 2025. Cada cinc anys s'han de presentar nous plans. Mentrestant, en el període anterior al 2020, seguirà aplicant-se el Protocol de Kyoto, del qual es van quedar fora la Xina i els Estats Units. Un altre dels compromisos importants de París va ser el de d'establir mecanismes clars de control i comptabilitat de les emissions mundials i el finançament per a les polítiques d'adaptació. A partir del 2020 haurà d'existir un fons d'almenys 100.000 milions de dòlars –que posaran principalment els països desenvolupats– per ajudar els Estats més vulnerables enfront del canvi climàtic.

Com a aspecte no tant positiu, cal dir que l'acord no estableix cap mecanisme de sanció en cas d'incompliment, deixant gran pes d'aquesta responsabilitat a la voluntat dels propis països.

L'acord està dins del paraigües de l'ONU i és legalment vinculant, però no la decisió que l'acompanya ni els objectius nacionals de reducció d'emissions, els quals són establerts per cada país mitjançant un compromís nacional de lluita contra el canvi climàtic.

Finalment, cal esmentar que a la COP21 de París, els països van reconèixer l'enorme importància de les iniciatives climàtiques que s'estaven duent a terme a nivell de regions, de les ciutats i de la societat civil compromesa.

Paral·lelament també es va celebrar la Cimera Mundial de Líders Locals pel Clima a l'Ajuntament de París, on es va aprovar la Declaració de París, un document que recull el compromís dels líders locals d'arreu del món per fer front a l'alteració dels clima.

La Declaració de París, que considera que la contribució dels municipis i les regions a la COP 21 és decisiva, va ser signada per alcaldes, autoritats regionals i líders de governs locals d'arreu del planeta, s'assenyala que el canvi climàtic és un repte comú i que el progrés i les solucions climàtiques és una responsabilitat compartida i una qüestió de drets, d'igualtat i de justícia social. Els signants de la Declaració es comprometien col·lectivament a:

- Avançar i superar els objectius previstos en l'Acord de París de 2015 en la COP 21 en tota l'extensió de les seves autoritats.
- Elaborar i explicar estratègies participatives de resiliència i plans d'acció per adaptar-se a la creixent incidència dels riscos relacionats amb el clima de cara a l'any 2020.

- Unir a les ciutats i regions de tot el món per oferir fins a 3,7 gigatonnes de reduccions d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle per a l'any 2030 –l'equivalent de fins al 25% de la diferència entre l'Acord sobre la COP 21 i l'estratègia de reducció de les emissions de "2 graus" identificada per la comunitat científica.
- Oferir suport ambiciós als objectius climàtics a llarg termini, com ara la transició al 100% de les energies renovables en les nostres comunitats, o una reducció de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle fins a un 80% per al 2050.
- Participar activament en les pròpies associacions i reunir-se les organitzacions mundials, els governs nacionals, el sector privat i la societat civil per millorar el programa de cooperació i formació, progressar en la millora de les solucions al canvi climàtic, desenvolupar indicadors i promoure inversions i mecanismes innovadors de finançament dels projectes de baixes emissions a tot el món.

A finals del 2016 es va celebrar la **COP22 a Marrakech** que va ser la primera presa de contacte després d'una fita tant important com París. Aquella trobada va ser força tècnica i procedimental, sense grans acords mediàtics, però va servir per ratificar el camí emprés per París l'any anterior.

1.9. COM ES POT SABER EL CLIMA FUTUR?

L'evolució futura del clima a tot el planeta es determina a partir dels models de circulació general climàtics (MCCG). Aquests models són una eina que integra tot el coneixement actual del sistema climàtic (format per l'atmosfera, la hidrosfera, la criosfera, la litosfera i la biosfera, i amb nombroses interaccions entre aquests components) i integra els principals factors que afecten al sistema, que s'anomenen "forçaments".

Dins dels diferents forçaments, el que afecta més al sistema climàtic són els forçaments d'origen antròpic, i especialment l'emissió a l'atmosfera de gasos amb efecte d'hivernacle. La seva correcta introducció i interpretació en els models climàtics és fonamental per obtenir resultats de qualitat. Aquí apareix un factor d'incertesa, ja que no sabem com evolucionarà el nostre model socioeconòmic, i per tant les futures emissions de CO₂ equivalent, ni per altra banda les mesures que s'adoptaran per afrontar el canvi climàtic.

Atès que és complicat poder determinar amb exactitud els forçaments d'origen antròpic en el futur, els científics no han tingut més opció que considerar varis possibles escenaris d'emissions, fent hipòtesis sobre l'evolució del consum d'energia, del creixement econòmic i demogràfic del planeta, de l'ús d'energies renovables i noves tecnologies, etc.

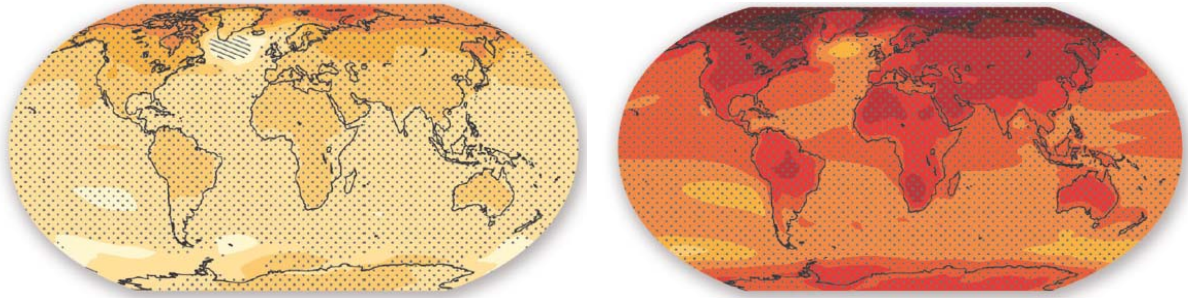
A partir d'aquests escenaris i de la concentració a l'atmosfera dels gasos amb efecte hivernacle, tenim un ventall de projeccions climàtiques que ens permeten veure l'evolució i les tendències climàtiques en diferents condicions.

La modelització realitzada pels MCCG requereixen l'ús de computadors i es realitza a partir de models matemàtics extremadament complexos, on es tenen en compte els diversos components del sistema climàtic i les seves interaccions.

L'evolució dels models de circulació general climàtics (MCCG) al llarg dels anys ha sigut molt notable. Els MCCG que es van utilitzar en el primer informe de l'IPCC (AR1, 1990) tenien una resolució d'uns 500 km x 500 km. Al llarg dels anys la resolució ha anat millorant notablement fins arribar als actuals 110 km x 110 km (AR5, 2014).

Però malgrat aquesta millora, l'actual resolució encara no és el suficientment detallada per estimar els potencials impactes del canvi climàtic a una escala regional o local, ja que els models al haver d'analitzar grans zones del planeta, no poden incloure una descripció suficientment acurada per analitzar-ho a nivell regional o local.

Imatge 12: Exemples de models de circulació general climàtics per a increment de temperatura mitja en superfície a finals de segle, en diferents escenaris climàtics.

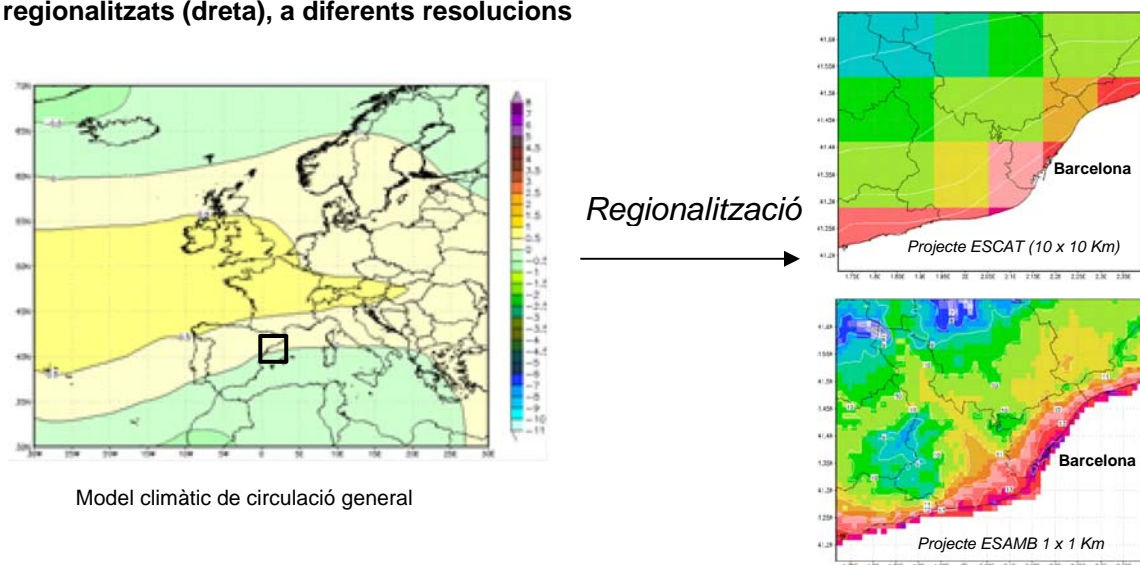


Font: Cambio climático: Bases Físicas. Guía Resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. Grupo de Trabajo I. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

És per això que es necessita utilitzar **tècniques de regionalització** (o *downscaling* en anglès) per obtenir les variables meteorològiques principals per a un territori concret amb un detall més gran.

Aquesta necessitat de baixar d'escala i tenir un major detall de la informació climàtica, es fa encara més evident en zones com Catalunya, on la seva complexa orografia fa que els processos mesoescalars, com poden ser les pluges orogràfiques o els fenòmens convectius, tinguin un paper molt important en la seva climatologia. A més a més, estem a la Mediterrània, un lloc climatològicament complex degut a la influència tant de masses d'aire d'origen polar com tropical. Aquests processos no estan ben resoltos pels MCGG o bé no es tenen en compte en el sí d'aquests models.

Imatge 13: Exemples de model climàtics de circulació general (esquerra) i els models climàtics regionalitzats (dreta), a diferents resolucions



Font: Barcelona Regional a partir d'imatges del projecte ESCAT (SMC) i del projecte ESAMB (AMB; SMC i BR).

Hi ha 2 grans grups de tècniques de regionalització: les de regionalització dinàmica i les de regionalització estadística. Les **tècniques dinàmiques** utilitzen models climàtics regionals niats en models globals, és a dir, que les condicions de contorn del model regional venen donades pels resultats d'un model global. En aquest cas la regionalització es realitza mitjançant models de pronòstic meteorològic d'àrea limitada (models mesoescalars), que descriuen el comportament de l'atmosfera (amb les equacions i parametritzacions corresponents) sobre una part de la terra i emprant una malla de càlcul força més fina que la dels models globals. Aquestes tècniques requereixen d'un elevat temps computacional, però tenen l'avantatge que no requereixen de l'existència d'una base de dades meteorològica

Les **tècniques estadístiques** utilitzen relacions empíriques entre les variables climàtiques de gran escala (les sortides dels models globals) i les variables regionals o locals. Aquestes tècniques tenen l'avantatge que són molt eficients en termes computacionals, però per altra banda necessiten d'una base de dades meteorològiques amb una àmplia cobertura temporal i espacial.

A continuació es mostra un esquema conceptual entre les diferències de les metodologies dels diferents models climàtics.

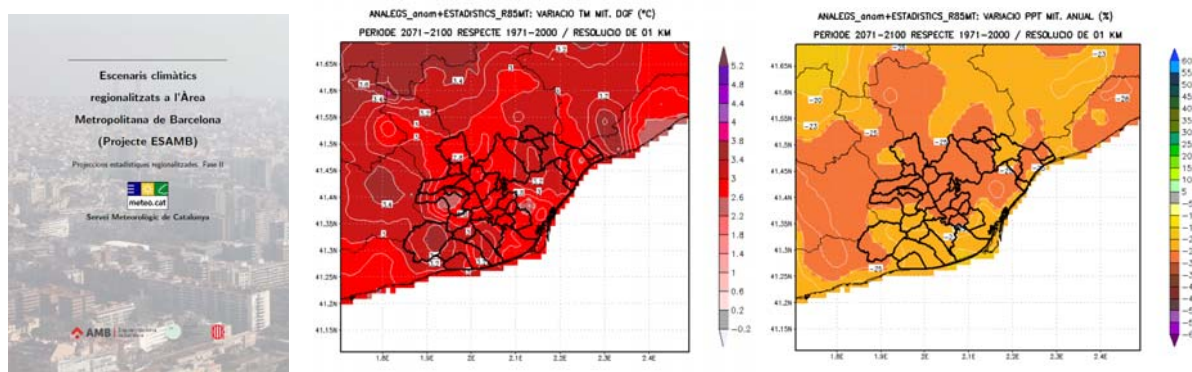
Imatge 14: Esquema conceptual de les metodologies dels model climàtics de circulació general i els models climàtics regionalitzats.

MODELS DE CIRCULACIÓ GENERAL:	MODELS REGIONALITZATS:
<ul style="list-style-type: none"> - Abast mundial / europeu - Resolució de 110 km x 110 km - Simulació del sistema climàtic a partir de complexes fórmules que inclouen l'atmosfera, oceà, hidrosfera, criosfera i litosfera. - Inclou els diferents escenaris d'emissions de CO₂ equivalent (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5,...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Abast regional o local. - Resolucions que poden arribar fins als 10 km x 10 km o als 1km x 1 km (com el cas de Barcelona i l'AMB) - Realitzats a partir dels models climàtics de circulació general. Incorporen major detall a nivell orogràfics. - Hi ha dues tècniques de regionalització: <ul style="list-style-type: none"> o Dinàmica (complexes fórmules) o Estadística (bases de dades)

Font: Barcelona Regional

1.10. REGIONALITZACIÓ A L'ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA

L'Àrea Metropolitana de Barcelona, en el marc del seu Pla de Sostenibilitat Ambiental (PSAMB, 2014) va encarregar al Servei Meteorològic de Catalunya una estudi de regionalització climàtica a l'entorn metropolità i coordinat per Barcelona Regional: *Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB), 2016.*

Imatge 15: Estudi d'escenaris climàtics regionalitzat a l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

Font: Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB, 2016)

Aquest projecte realitza la regionalització climàtica de diferents escenaris futurs a l'àrea metropolitana amb una resolució espacial d'1km x 1 km a partir d'un conjunt de tècniques dinàmiques i estadístiques de regionalització climàtica.

La metodologia utilitzada en aquest projecte ha sigut pionera per la combinació de les metodologies dinàmiques i estadística, així com la tècnica de regionalització aplicada a 1 km de resolució a partir d'una malla de dades d'observacions, amb els escenaris d'emissions més recents publicats en el moment de l'estudi.

Aquest estudi es va realitzar en dues fases. La Fase I consistia en una regionalització climàtica dinàmica i la Fase II en el concepte de la regionalització estadística, sent ambdós resultats complementaris. En aquest sentit, les limitacions d'una metodologia es podran resoldre amb els resultats de l'altra, i la coherència o similitud a partir de metodologies diferents reforça els resultats.

L'Àrea Metropolitana de Barcelona ha cedit les diferents projeccions climàtiques d'aquest estudi a l'Ajuntament de Barcelona per a poder elaborar el present **"Estudi dels impactes del canvi climàtic a Barcelona"**.

Per últim, cal esmentar que les projeccions climàtiques provinents de l'AMB utilitzades en aquest treball estan realitzades a partir dels nous escenaris d'emissió definits en l'últim informe de l'IPCC (AR5, 2014). Aquests nous escenaris estan basats amb les denominades *Trajectòries Representatives de Concentracions* (RCP, de les seves sigles en anglès). Les RCP s'identifiquen pel seu forçament radiatiu total per a l'any 2100, que van des del 2,6 W/m² per a l'escenari més favorable, als 8,5 W/m² per a l'escenari més sever. La gran diferència amb els escenaris contemplats en els anteriors informes de l'IPCC, denominats escenaris d'emissions SRES (Special Report Emissions Scenarios), és que RCP sí permeten incloure els efectes de les polítiques o acords internacionals per mitigar les emissions.

	Forçament radiatiu	Tendència del forçament radiatiu	[CO ₂ equivalent] en el 2100	Possible equivalència
RCP2.6	2,6 W/m ²	Decreixent en el 2100	421 ppm	Protocol de Kyoto
RCP4.5	4,5 W/m ²	Estable en el 2100	538 ppm	COP21 París
RCP6.0	6,0 W/m ²	Creixent	670 ppm	Adoptant algunes mesures
RCP8.5	8,5 W/m ²	Creixent	936 ppm	Continuar ritme actual

Font: Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB, 2016)

2. EL CANVI CLIMÀTIC A BARCELONA

2.1. Quin clima té ara Barcelona?

2.2. Els escenaris climàtics futurs estudiats a Barcelona

2.3. Quin clima es preveu que trindrà Barcelona en el futur?



2.1. QUIN CLIMA TÉ ARA BARCELONA?

El clima de la ciutat de Barcelona i voltants s'emmarca dins d'un clima mediterrani litoral, el qual es caracteritza per la combinació d'una sequera estival més o menys llarga, una gran variabilitat interanual de les precipitacions, on la tardor i la primavera són les estacions amb majors precipitacions, uns estius calorosos i uns hiverns moderadament freds.

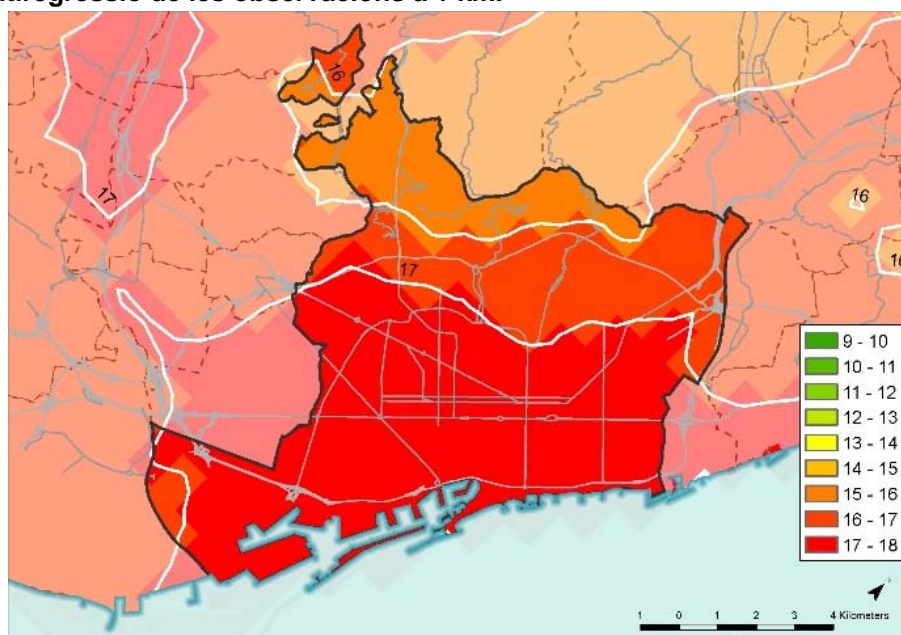
La peculiaritat més rellevant del nostre clima mediterrani és la coincidència de l'època de menys pluviositat amb la de més calor. A la primavera i sobretot a la tardor, és on es produeixen més pluges torrencials, que poden provocar inundacions.

A continuació es descriuen les principals variables climàtiques de la ciutat de Barcelona. Les dades tant per descriure les característiques del clima actual i de les prediccions futures s'ha extret de l'estudi *Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)* realitzat per l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), el Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) i Barcelona Regional (BR) l'any 2016. Cal dir, que per descriure el clima actual de Barcelona, les dades presentades a continuació són les mitjanes del període 1971-2000.

2.1.1. Variables de Temperatura

A nivell de temperatura, Barcelona té una amplitud tèrmica moderada, amb una **temperatura mitjana anual de 17,6°C**. Les zones costaneres i del centre de la ciutat són les que registren unes mitjanes més elevades, mentre que cap a la Serralada de Collserola és on es registra menys temperatura.

Imatge 16: Distribució de les Tº mitjanes anuals a Barcelona (°C), en el període 1971-2000 segons multiregressió de les observacions a 1 km.



Temperatura Mitjana Anual al període 1971 - 2000

Font: a partir de les dades d'*Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)*. Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

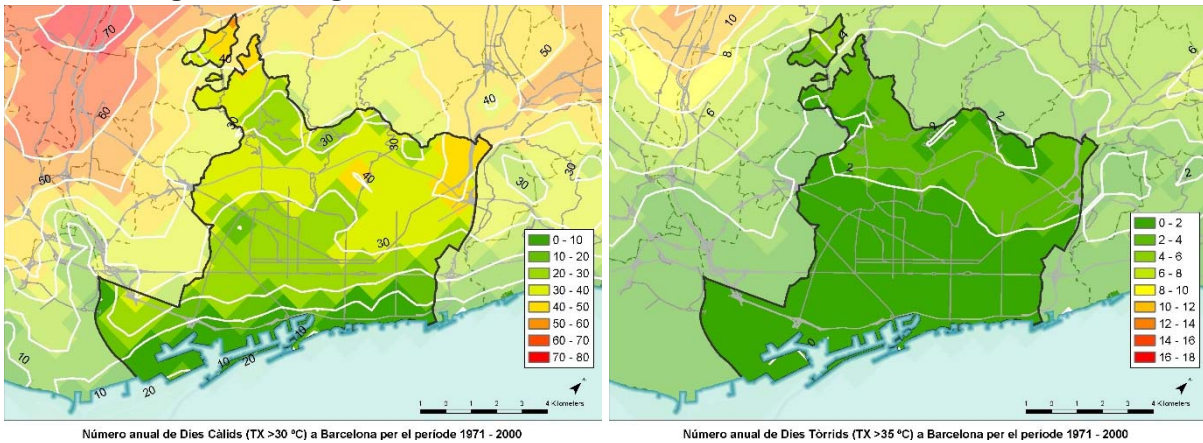
Els hiverns tenen temperatures suaus (mitjanes de 12,2°C). A la tardor hi ha una mitjana de 19,1°C, i a la primavera és de 15,1°C. Els estius són calorosos, amb una mitjana de 24,0°C. La proximitat al mar fa que l'ambient xafogós sigui una de les característiques principals de

l'estiu barceloní, amb màximes que durant les calorades més importants poden superar àmpliament els 30°C.

La **temperatura màxima mitjana anual és de 20,8°C**, mentre que la mitjana de la mínima és de 14,3°C.

Tal i com es pot veure en les següents imatges, el clima de Barcelona té un **efecte termoregulador degut al mar Mediterrani**, ja que les zones on menor dies amb altes temperatures és a la franja costanera.

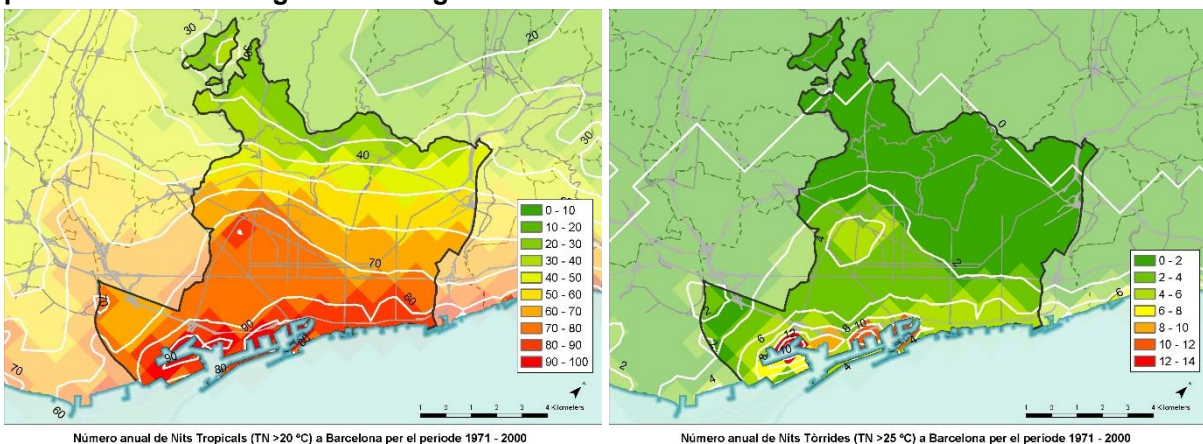
Imatge 17: Número de Dies Càlids (TX >30 °C) i número de dies Tòrrids (TX>35°C), en el període 1971-2000 segons multiregressió de les observacions a 1 km.



Font: a partir de les dades d'*Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)*. Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

En el cas de les nits amb temperatures extremes, Barcelona té com a mitjana **79,5 dies de nits tropicals (TN>20°C)** i **3,7 nits tòrrides (TN>25°C)**. En aquest cas l'efecte litoral també hi és present, però a l'inversa, ja que les temperatures més elevades es produeixen a la zona pròxima a la costa. **Durant el dia l'efecte del mar refreda, mentre que a la nit el mar escalfa.**

Imatge 18: Número de Nits Tropicals (TN >20 °C) i número de Nits Tòrrides (TN >25°C), en el període 1971-2000 segons multiregressió de les observacions a 1 km.



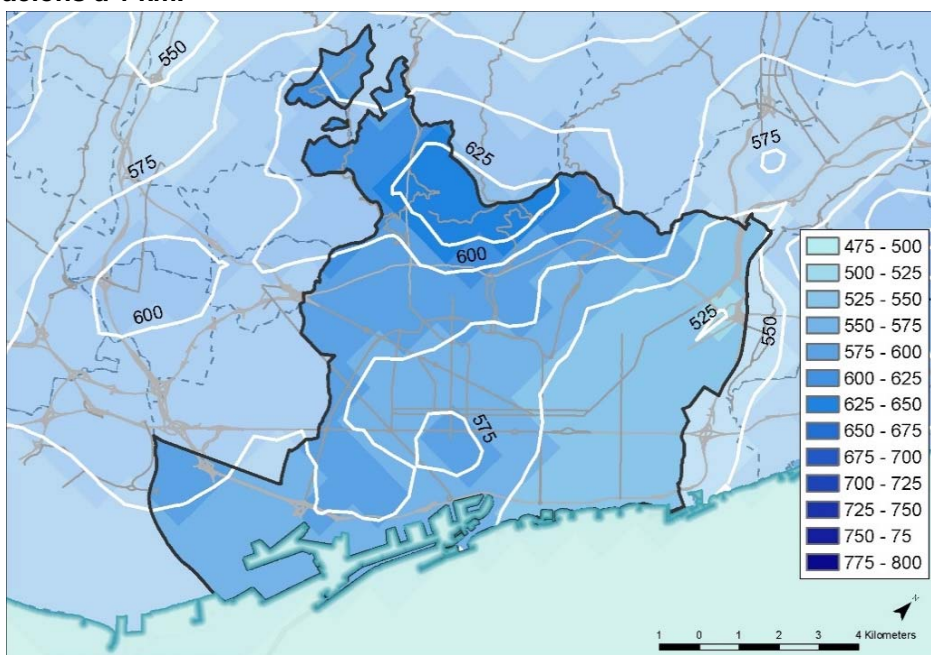
Font: a partir de les dades d'*Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)*. Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

Pel que fa al dies de glaçada (TN<0°C), Barcelona té una presència molt baixa, amb 0,2 dies de mitja anual.

2.1.2. Variables de Precipitació

Pel que fa a la pluja Barcelona té una **precipitació mitjana anual de 587 mm**, amb valors lleugerament més elevats a la Serra de Collserola. La zona associada al litoral i al sector Besòs és la que té una menor pluviometria. L'estació més plujosa de l'any és clarament la tardor (amb uns 213 mm), seguida de la primavera (140 mm). Les estacions més seques són l'estiu (117 mm) i l'hivern (108 mm). Concretament els mesos amb menys pluja són el juny i el juliol.

Imatge 19: Precipitació mitjana anual (mm), en el període 1971-2000 segons multiregressió de les observacions a 1 km.

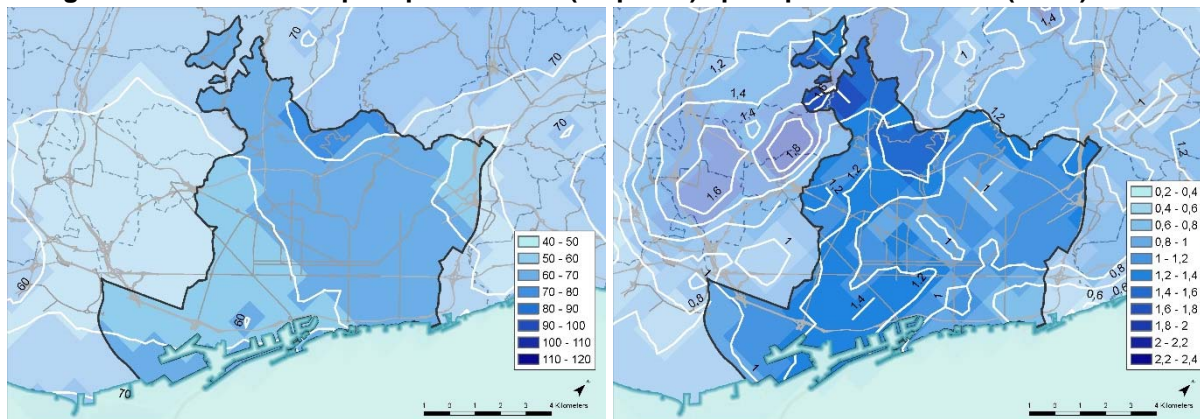


Precipitació Mitjana anual al període 1971 - 2000

Font: a partir de les dades d'*Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)*. Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

Pel que fa als dies amb precipitació abundant (ppt> 50 mm) Barcelona té una mitja de 1,3 dies anuals, mentre que els dies amb precipitació feble (ppt<5mm) són de l'ordre de 60 dies anuals.

Imatge 20: Dies anuals de precipitació feble (esquerra) i precipitació abundant (dreta)



Número anual de dies amb precipitació inferior a 5 mm al període 1971 - 2000

Número anual de dies amb precipitació superior a 50 mm al període 1971 - 2000

Font: a partir de les dades d'*Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)*. Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

2.2. ELS ESCENARIS CLIMÀTICS FUTURS ESTUDIATS A BARCELONA

Tal i com s'ha dit anteriorment, els escenaris climàtics futurs utilitzats en aquest treball deriven de l'estudi "*Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona*" de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

Aquest estudi va partir de 3 models climàtics de circulació general (MCCG) diferents i amb resolucions diverses, en els quals es va dur a terme un conjunt de tècniques de regionalització per arribar a projectar els canvis futurs de les variables meteorològiques a un nivell de detall suficient que permetés determinar els impactes sobre la població, el territori i els ecosistemes a l'àmbit metropolità.

Els 3 models climàtics de circulació general que es van utilitzar pertanyen a un conjunt de models utilitzats en els dos darrers informes del Grup Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic (IPCC, 2007 i 2014) i es van seleccionar pels bons resultats obtinguts a la nostra zona climàtica. Aquests són:

- Model alemany (MPI-ESM), desenvolupat pel Max Plank Institute for Meteorology.
- Model americà (GFDL-ESM2G), desenvolupat pel Geophysical Fluid Dynamics Laboratory.
- Model canadenc (CanESM2), desenvolupat pel Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis.

A partir d'aquests 3 models, es van introduir els diferents escenaris de concentració d'emissions (RCP2.6, RCP4.5 i RCP8.5), donant la projecció futura de les diferents variables climàtiques per a 3 períodes de temps: 2011 – 2040, 2041-2070 i 2071-2100. El període de referència o control, és el 1971-2000.

L'Àrea Metropolitana de Barcelona va cedir els resultats d'aquest estudi a l'Ajuntament de Barcelona per a poder introduir-los com a dades de partida pel present "**Estudi dels impactes del canvi climàtic a Barcelona**" i poder fer l'anàlisi i la diagnosi de les diferents temàtiques estudiades.

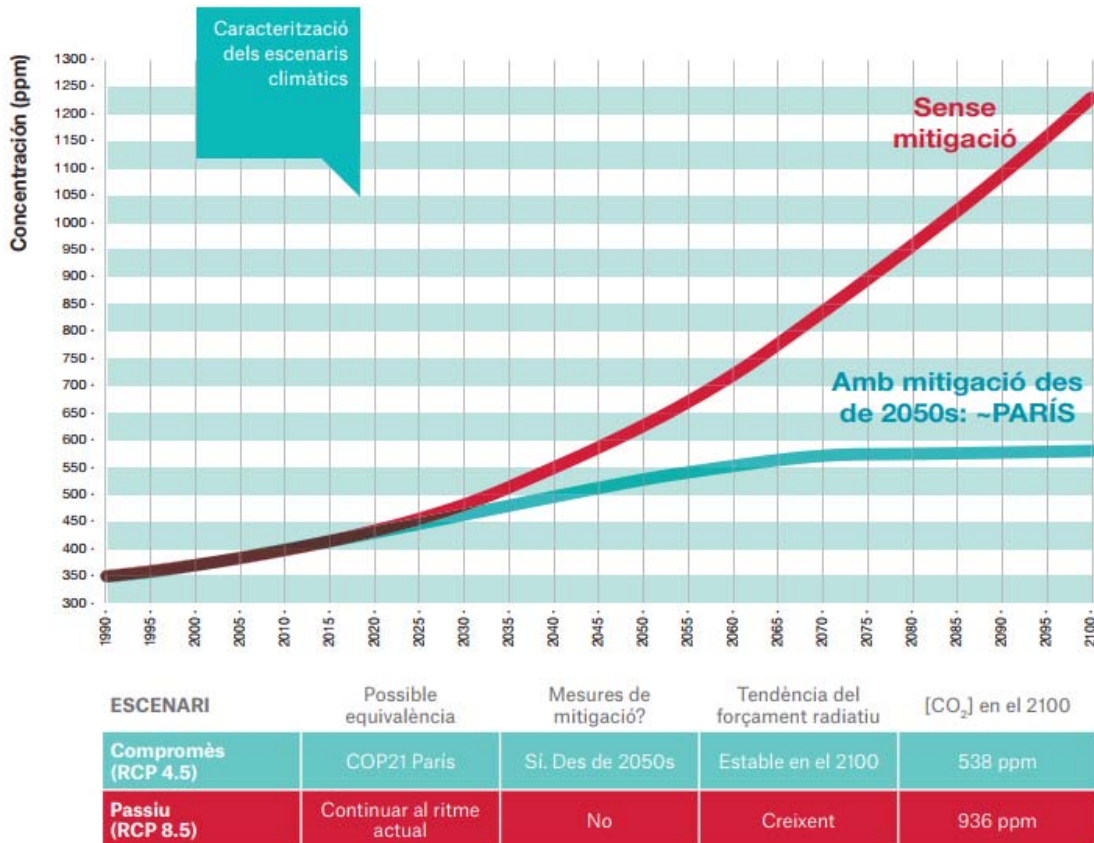
L'anàlisi de l'Ajuntament de Barcelona es va centrar sobretot en dos dels tres escenaris de concentració d'emissions estudiats: l'anomenat **escenari compromès** (el RCP4.5) i l'anomenat **escenari passiu** (el RCP8.5).

Es va descartar l'escenari RCP2.6 en l'anàlisi i diagnosi, ja que representava el ritme d'emissions d'acord amb els objectius del Protocol de Kyoto de 1992, on les concentracions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) es mantindrien gairebé com les actuals fins a finals del segle XXI. Aquest escenari ja no és possible, ja que no es van fer "els deures" quan tocava i per tant no es va considerar rellevant analitzar una situació que ja no es podrà assolir.

En concret, l'**escenari compromès** (o també RCP4.5) representa el ritme d'emissions si s'assolissin els objectius de l'Acord de París de 2015. En aquest escenari la concentració de GEH arribaria a ser superior a l'actual a final de segle, però l'increment s'atenuaria a partir del 2030 a fi de limitar l'augment màxim de la temperatura global del planeta a 1,5-2°C.

l'escenari passiu (o també RCP8.5) que representa la situació en que no s'assolirien els objectius marcats a París, de manera que les concentracions de GEH a finals de segle serien molt superiors a les actuals. L'augment de temperatura global superaria àmpliament els 2°C.

Imatge 21: Principals escenaris climàtics analitzats en aquest treball



Font: Ajuntament de Barcelona

Val a dir que al ser uns escenaris relativament recents (el compromès i el passiu), alguns anàlisis concretes d'alguns capítols estan basats en els escenaris antics. És a dir, enlloc de basar-se amb els escenaris RCP's estan basats en els escenaris SRES, els quals parteixen de l'evolució del model socioeconòmic i tecnològic. Aquests escenaris es divideixen en quatre famílies:

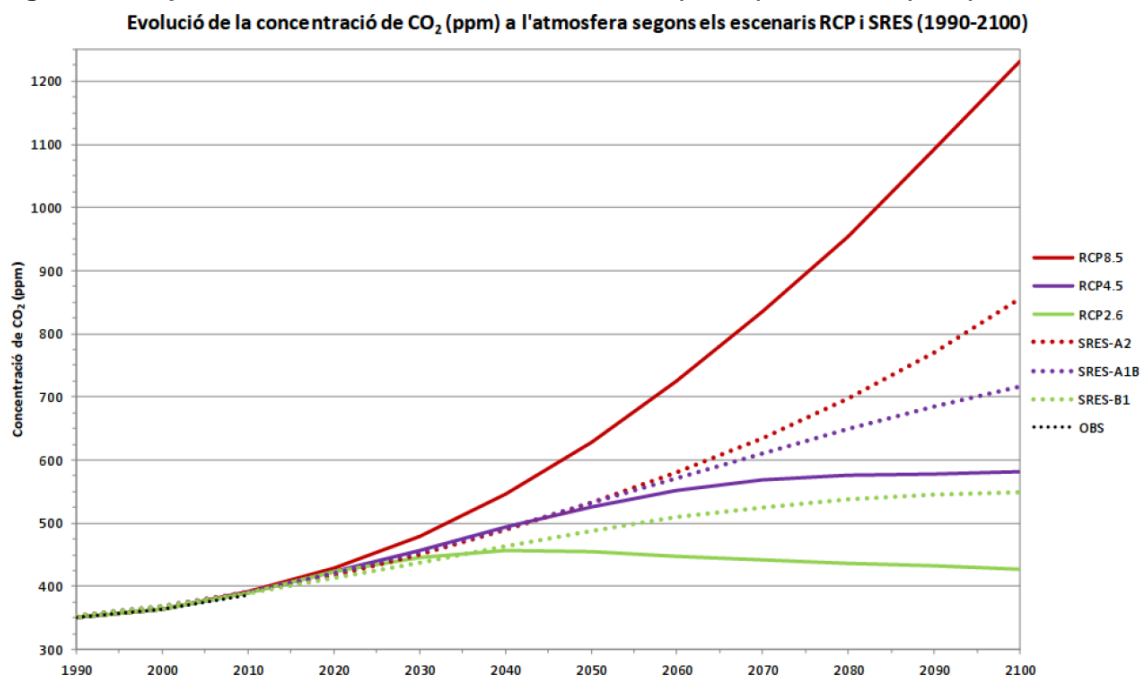
- **A1:** descriu un món futur de creixement econòmic ràpid, una demografia que assoleix un màxim a mitjans de segle i una introducció ràpida de noves i tecnologies més eficients. La família A1 es desenvolupa en tres grups: A1FI (energies fòssils), A1T (totes les fonts són d'energia alternativa) i A1B (balanç entre les energies fòssils i les alternatives).
- **A2:** descriu un món heterogeni amb un creixement econòmic i un desenvolupament tecnològic, demogràfic i cultural dels països molt diferent a tot el món.
- **B1:** contempla una homogeneïtzació econòmica, tecnològica, demogràfica i social del món amb canvis ràpids en les estructures econòmiques i amb tecnologies netes i eficients.
- **B2:** contempla un món que posa èmfasi en les solucions locals als problemes de sostenibilitat econòmica, social i ambiental. És un escenari orientat a la protecció ambiental i a l'equitat social, que es focalitza, però, a escala local i regional.

Malgrat la diferència dels escenaris nous (RCP) amb els antics (SRES), alguns dels escenaris es consideren similars. S'acostuma a fer les següents assimilacions d'escenaris:

- el SRES – B1 s'assimila al RCP2.6 (Protocol de Kyoto)
- el SRES – A1B s'assimila al RCP4.5 (escenari compromès)
- el SRES – A2 s'assimila al RCP8.5 (escenari passiu)

A la següent gràfica es comparen l'evolució de CO₂ equivalent a l'atmosfera pels diferents escenaris per veure les seves similituds.

Imatge 22: Comparativa dels escenaris climàtics antics (SRES) i els nous (RCP)



Font: a partir de les dades d'Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB). Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

2.3. QUIN CLIMA ES PREVEU QUE TINDRÀ BARCELONA EN EL FUTUR?

Atès al context actual en el que ens trobem en relació al canvi climàtic i a les respectives mesures i accions per fer-hi front, seguidament s'analitzen les projeccions estimades dels diferents indicadors de temperatura per a Barcelona tenint en compte els diferents escenaris.

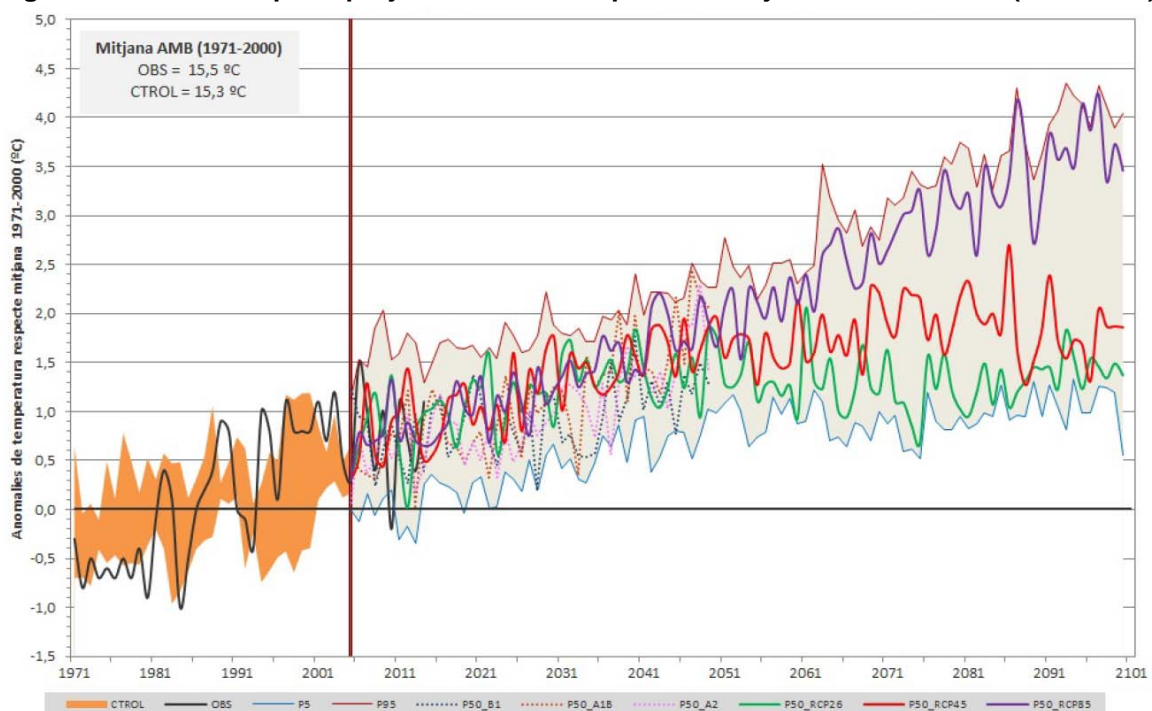
2.3.1. Projeccions de futur de temperatura

Atès al context actual en el que ens trobem en relació al canvi climàtic i a les respectives mesures i accions per fer-hi front, seguidament s'analitzen les projeccions estimades dels diferents indicadors de temperatura per a Barcelona tenint en compte l'escenari compromès (RCP4.5), que representa el camí que es va acordar a París que hem de seguir. Tanmateix, a mode comparatiu, s'indiquen les projeccions de l'escenari passiu (RCP8.5), per veure quines condicions hi podríem tenir si no portéssim a terme mesures per a la mitigació dels efectes del canvi climàtic.

Temperatura mitjana anual

Segons la combinació dels tres models ja esmentats (americà, alemany i canadenc), **per a l'escenari compromès (RCP4.5)** hi ha una tendència prevista a l'alça de la temperatura a la ciutat de Barcelona per a les properes dècades. Partint del període 1971-2000, **s'espera un augment de la temperatura mitjana anual d'uns 1,0 °C per al trienni 2011-2040, mentre que per al període 2041-2070 aquest increment podria ser d'1,6 °C**, per tant, la diferència entre les etapes 2011-2040 i 2041-2070 seria de +0,6 °C. Si anem més enllà **a finals de segle, en el període 2071-2100 l'increment de temperatura mitjana augmentaria 1,7 °C**, suposant un increment de 0,1 °C respecte al període 2041-2070. Per tant, els majors augments de temperatura es donarien a mitjans de segle.

Imatge 23: Evolució temporal projectada de la Temperatura Mitjana Anual a l'AMB (1971-2100)



Font: a partir de les dades d'Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB). Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

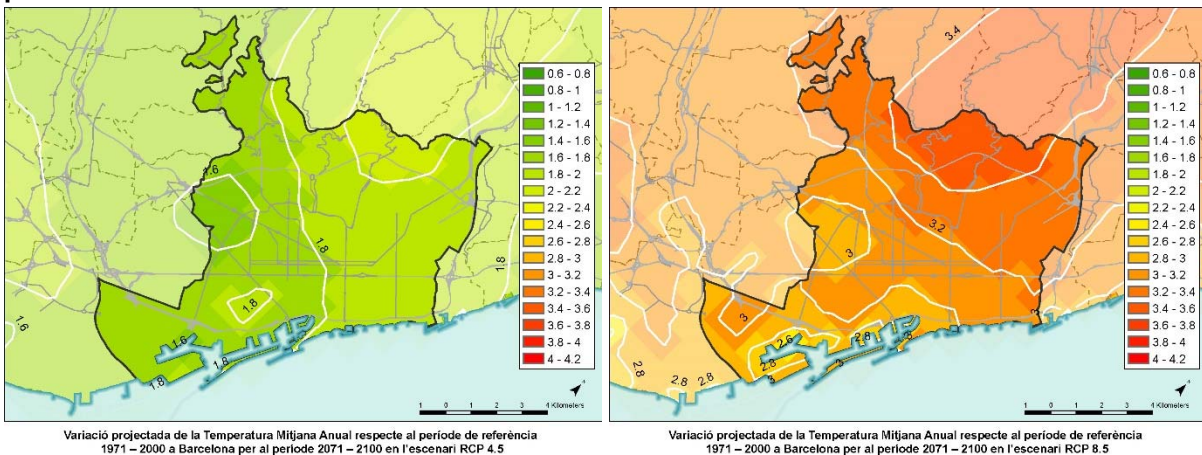
Pel que fa a l'escenari passiu (RCP8.5), **s'espera un augment de la temperatura mitjana anual d'aproximadament 1,1 °C per al trienni 2011-2040** respecte al període de referència 1971-2000. En canvi, l'increment de la temperatura mitjana per a l'etapa **2041-2070 pot ser d'uns 2 °C**, essent una pujada de gairebé 0,9 °C en relació al trienni 2011-2040, per tant, hi hauria un augment destacat de la temperatura. Pel que fa al **període 2071-2100**, s'espera que la temperatura mitjana a Barcelona pugui incrementar 1 °C respecte al trienni 2041-2070, suposant doncs, **un augment de 3 °C** respecte al període 1971-2000.

Per tant, si bé **amb l'escenari compromès s'espera un major augment de la temperatura mitjana a la ciutat de Barcelona a mitjans de segle, amb l'escenari passiu aquesta pujada seria més significativa a finals de segle**. A més, l'increment de temperatura sota l'escenari d'emissions passiu seria molt superior a l'escenari compromès, en què l'augment de la temperatura mitjana anual a finals de segle seria de 1,7 °C sota l'escenari compromès (RCP4.5) i de 3 °C sota l'escenari passiu (RCP8.5).

Temperatura mitjana segons l'estació

Si analitzem la tendència de la temperatura mitjana per estacions amb l'**escenari compromès**, totes les èpoques de l'any també tindrien un major augment a mitjans de segle. **Els mesos de tardor registrarien un major increment de la temperatura mitjana**, on a finals de segle aquest ascens podria ser d'entre 2,1 i 3 °C respecte al període 2071-2100. En canvi, l'estiu seria l'època de l'any amb un menor increment de la temperatura mitjana, amb un augment d'aproximadament 1,5 °C a finals de segle.

Imatge 24: Evolució temporal projectada de la Temperatura Mitjana Anual a l'AMB (1971-2100) per a l'escenari RCP4.5 i RCP8.5



Font: a partir de les dades d'*Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)*. Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

En aquest mateix context, prenent com a referència l'**escenari passiu**, cal destacar un patró similar, encara que amb valors de temperatura més elevats. Els mesos de tardor continuarien registrant un major increment de la temperatura mitjana a la ciutat de Barcelona, on a finals de segle aquest ascens podria ser d'entre 2,9 i 4,3 °C respecte al període 2071-2100. Tanmateix, l'estiu seguiria sent l'època de l'any amb un menor increment de la temperatura mitjana, encara que en aquest cas, l'augment de la temperatura a finals de segle podria ser d'entre 2,0 i 3,5 °C.

Dies càlids

Pel que fa al **nombre de dies càlids (temperatura màxima superior als 30 °C)**, s'espera per a l'**escenari compromès** (RCP4.5) un important increment al llarg de les pròximes dècades. Cap a mitjans de segle s'espera que hi hagi aproximadament un increment de 18 dies càlids de més a l'any respecte al període 1971-2000. Zones com el Besòs i el centre de la ciutat de la ciutat de Barcelona podrien haver-hi fins a uns 30 dies càlids de més, mentre que a finals de segle en podrien ser fins a 35 en aquests mateixos indrets. La façana litoral registraria el menor nombre de dies càlids, amb un augment d'entre 5 i 10 dies durant els propers decennis.

Tenint en compte l'**escenari passiu** (RCP8.5), a mitjans de segle podria haver-hi un increment de 27 dies càlids més respecte al període 1971-2000. En concret al centre de la ciutat, zones del Besòs i Llobregat i en àrees pròximes a la serra de Collserola podrien arribar a increments de fins a 40 dies. A finals de segle, l'augment de dies càlids a la ciutat estaria al voltant dels

41 dies, que podrien ser de fins a 55 dies al centre de la ciutat i d'uns 65 dies a l'àrea del Llobregat, del Besòs i de Collserola. En canvi, al litoral s'espera un augment d'entre 10 i 15 dies durant els propers decennis, fet que demostra la gran influència marítima a través del seu paper termoregulador.

Dies tòrrids

Respecte als **dies tòrrids (temperatura màxima superior als 35 °C)**, segons les projeccions climàtiques per a l'**escenari compromès (RCP4.5)**, de cara a les properes dècades es preveu un augment a la ciutat d'aproximadament 0,7 dies, que podria arribar a ser d'entre 1 i 2 al centre i en àrees properes a la serra de Collserola, en canvi, la façana litoral no en registraria cap augment.

Basant-nos en les projeccions de l'**escenari passiu (RCP8.5)**, de cara a les properes dècades l'augment de dies tòrrids a Barcelona podria ser de 0,9 dies. Però hi ha zones amb uns increments força major, d'entre 4 i 6 dies al centre i en àrees properes a la serra de Collserola, mentre que al litoral l'increment podria ser d'entre 0 i 1 dia.

A finals de segle, amb l'escenari compromès l'increment es podria situar en 0,9 dies mentre que amb l'escenari passiu passaríem a un increment de 2,5 dies.

Nits tropicals

Respecte a les **nits tropicals (temperatura mínima superior als 20 °C)**, es preveu per a l'**escenari compromès (RCP4.5)** una destacada tendència a l'alça en el nombre de dies en les que es poden produir, especialment al litoral, a l'àrea del Besòs i a bona part del centre. **Fins a mitjans de segle s'espera que hi puguin haver unes 34 nits tropicals de més**, amb zones que van entre les 23 i 40 nits tropicals de més respecte al període 1971-2000. A les zones més properes al Llobregat és on es concentren els menors increments, mentre que a la zona litoral és on hi ha els majors increments. A finals de segle, la ciutat en general tindria un increment de 40 nits. Les zones del litoral, el Besòs i el centre podrien registrar més de 40 nits tropicals respecte al període 1971-2000, mentre que a les zones properes al Llobregat aquest augment podria ser fins a 35 nits tropicals més. Els valors màxims, que estarien en 45 dies, es situarien a la zona litoral cap al sector Besòs.

Prenent com a referència l'**escenari passiu (RCP8.5)**, s'espera una major tendència a l'alça força marcada en el nombre de nits tropicals. Fins a mitjans de segle s'espera que hi puguin haver a la ciutat 68 nits tropicals de més. Al centre, litoral i àrees del Llobregat i Besòs es pot arribar entre 65 i 75 nits tropicals més respecte al període 1971-2000. A zones de Collserola aquest increment podria ser d'uns 35 dies. A finals de segle, gairebé tota la ciutat registraria més de 65 nits tropicals. A zones del centre i del Besòs podria haver-hi unes 75 nits tropicals més respecte al període 1971-2000, mentre que en alguns punts de la façana litoral més propera al Besòs aquest augment podria ser de 70 nits tropicals.

Cal destacar que degut a la litoralitat de la ciutat de Barcelona, s'espera una major incidència pel que fa a l'augment de nits tropicals i no tant respecte a l'increment de dies càlids. De fet, mentre que a molts indrets de l'AMB, especialment a municipis interiors, es preveu un major augment en quant al nombre de dies càlids que no pas de nits tropicals, a Barcelona la situació seria a la inversa, un major augment de nits tropicals que no pas de dies càlids.

Nits tòrrides

Per últim, s'espera que les **nits tòrrides (temperatura mínima superior als 25 °C)**, tinguin per a l'**escenari passiu (RCP4.5)** i per a finals de segle, un increment a la ciutat de 9 nits més respecte al període de control de 1971-2000. A la zona del centre es preveuen entre 4 i 8 nits tòrrides i entre 10 i 16 més al litoral, però per a les zones properes a Collserola no s'espera un increment de nits tòrrides. Malgrat l'increment numèric de nits tòrrides és relativament menor, els efectes sobre la població són bastant notables, fet que sigui un element a tenir molt en compte.

Agafant per a aquest mateix context l'**escenari passiu (RCP8.5)**, s'espera un augment molt destacat de nits tòrrides, especialment a la façana litoral. A finals de segle hi podria haver un increment de 22 dies. La zona del litoral registraria entre 20 i 35 nits tòrrides més i entre 16 i 20 més al centre respecte als anys compresos entre 1971 i 2000. A les zones més properes a Collserola, hi ha indrets que no registrarien cap augment en el nombre de nits tòrrides, mentre que en d'altres aquest increment podria ser de tres nits tòrrides més. En aquest escenari i període l'increment de nits tòrrides és molt important, ja que les molèsties a la població en el període de descans seran molt notables.

A l'Annex 2 es mostren els mapes de les simulacions climàtiques del S.XXI.

A continuació i a mode de resum a continuació es mostren les variacions projectades per les diferents variables de temperatura al municipi de Barcelona. S'inclou l'escenari compromès, l'escenari passiu que són la base de l'anàlisi dels posterior capítols, però també s'inclou l'escenari RCP2.6 (assimilable a si s'hagués seguit l'establert pel protocol de Kyoto), com a exercici de comparativa:

	1971-2000 (control)	RCP	2011-2040 (variació)	2041-2071 (variació)	2071-2100 (variació)
Temperatura mitjana Anual	17,6 °C	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	1,1 °C (0,8-1,4) 1,0 °C (0,7-1,3) 1,1 °C (0,8-1,4)	1,2 °C (1,0-1,5) 1,6 °C (1,4-1,9) 2,0 °C (1,8-2,4)	1,2 °C (1,0-1,5) 1,7 °C (1,5-2,1) 3,0°C (2,6-3,5)
Temperatura mitjana Hivern	12,2 °C	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	0,9°C (0,4-1,3) 0,9°C (0,3-1,3) 1,0 °C (0,6-1,5)	0,9°C (0,5-1,3) 1,3 °C (0,8-1,7) 1,6 °C (1,2-2,0)	1,0 °C (0,6-1,4) 1,4 °C (1,0-1,8) 2,7 °C (2,4-3,3)
Temper. mitjana Primavera	15,1 °C	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	0,8 °C (0,5-1,1) 0,8 °C (0,4-1,1) 0,8 °C (0,5-1,1)	0,9 °C (0,6-1,2) 1,4 °C (1,1-1,6) 1,9 °C (1,7-2,2)	0,9 °C (0,6-1,2) 1,5 °C (1,3-1,8) 3,1 °C (2,8-3,6)
Temperatura Mitjana Estiu	24,0 °C	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	0,9°C (0,7-1,2) 0,9°C (0,7-1,3) 0,9°C (0,7-1,2)	1,2 °C (0,9-1,5) 1,4 °C (1,1-1,7) 1,7 °C (1,4-2,1)	0,9°C (0,7-1,1) 1,5°C (1,2-1,9) 2,7 °C (2,0-3,5)
Temperatura Mitjana Tardor	19,1 °C	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	1,7 °C (1,4-2,1) 1,6 °C (1,3-2,0) 1,6 °C (1,4-2,0)	1,8 °C (1,4-2,1) 2,1 °C (1,7-2,6) 2,7 °C (2,2-3,2)	2,0 °C (1,7-2,4) 2,5 °C (2,1-3,0) 3,7 °C (2,9-4,3)
Temper. mínima mitjana anual	14,3 °C	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	0,9 °C (0,4-1,5) 1,0 °C (0,4-1,5) 1,0 °C (0,5-1,6)	1,1 °C (0,5-1,6) 1,5 °C (1,0-2,0) 1,9 °C (1,4-2,4)	1,1 °C (0,5-1,6) 1,6 °C (1,1-2,2) 2,9 °C (2,4-3,4)
Temper. màxima mitjana anual	20,8 °C	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	1,2 °C (1,0-1,4) 1,1 °C (0,9-1,3) 1,2 °C (1,0-1,4)	1,3 °C (1,0-1,5) 1,7 °C (1,3-1,9) 2,2 °C (1,6-2,4)	1,3 °C (1,1-1,5) 1,9 °C (1,4-2,0) 3,1 °C (2,2-3,8)
Nits Tropicals (TN > 20 °C)	79,5 dies	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	22,9 dies (13,9-33,1) 21,6 dies (13,9-30,7) 22,7 dies (12,4-32,9)	28,2 dies (18,1-35,5) 34,0 dies (23,3-40,4) 44,2 dies (32,1-51,2)	25,6 dies (14,4-32,6) 40,2 dies (25,3-45,4) 67,6 dies (54,7-75,2)

	1971-2000 (control)	RCP	2011-2040 (variació)	2041-2071 (variació)	2071-2100 (variació)
Nits Tòrrides (TN > 25 °C)	3,7 dies	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	3,5 dies (-1,0-9,5) 5,0 dies (-0,1-9,7) 5,0 dies (0,0-11,2)	2,6 dies (-0,8-12,0) 6,9 dies (0,0-15,6) 9,2 dies (0,0-21,9)	3,7 dies (-0,4-10,7) 8,7 dies (0,0-18,6) 21,9 dies (0,3-38,9)
Dies Càlids (TX > 30 °C)	20,3 dies	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	14,7 dies (0,0-24,0) 14,4 dies (-0,1-23,9) 12,0 dies (0,0-22,0)	13,9 dies (0,0-24,7) 18,0 dies (0,2-31,2) 26,4 dies (0,2-41,7)	12,0 dies (0,3-24,4) 19,3 dies (0,5-34,9) 41,0 dies (2,0-67,6)
Dies Tòrrids (TX > 35 °C)	0,5 dies	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	0,1 dies (-0,3-1,6) 0,5 dies (-0,1-1,2) 0,5 dies (0,0-2,1)	0,2 dies (-0,1-1,7) 0,7 dies (0,0-3,9) 0,9 dies (0,0-6,0)	0,4 dies (-0,2-1,8) 0,9 dies (0,0-5,1) 2,5 dies (0,0-18,3)
Dies de Glaçada (TN < 0 °C)	0,2 dies	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	-0,1 dies (-2,1-2,2) -0,1 dies (-2,4-1,2) 0,0 dies (-2,5-1,7)	0,0 dies (-2,6-1,4) -0,1 dies (-2,7-0,6) -0,1 dies (-3,0-0,1)	-0,1 dies (-2,7-1,5) -0,1 dies (-3,1-0,6) -0,2 dies (-3,7-0,0)

Font: a partir de les dades d'Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB). Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

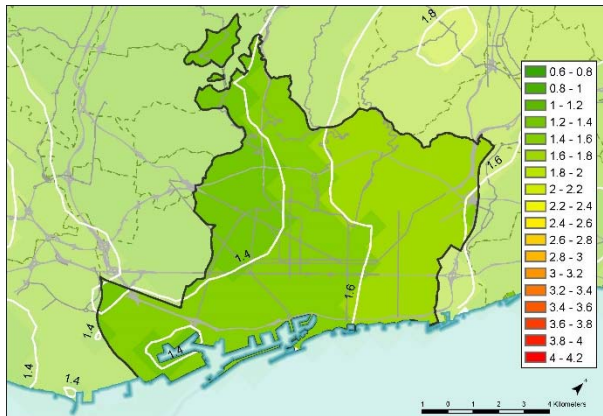
A continuació, a tall d'exemple, es mostren algunes de les imatges de l'Annex 2, on es veuen pels diferents escenaris climàtics (el compromès i el passiu) l'evolució al diferents horitzons temporals. En concret es mostren les imatges de Temperatura mitjana anual.

TEMPERATURA MITJANA ANUAL (°C):

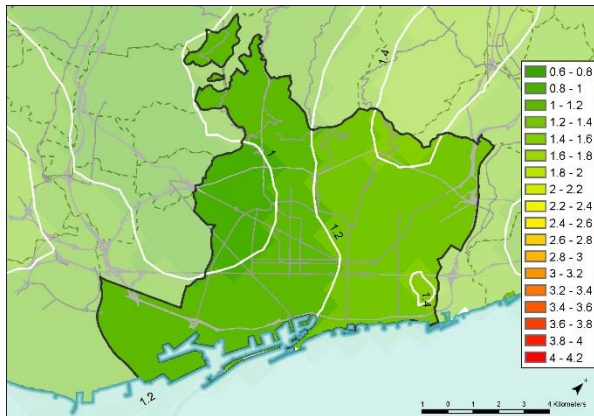
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

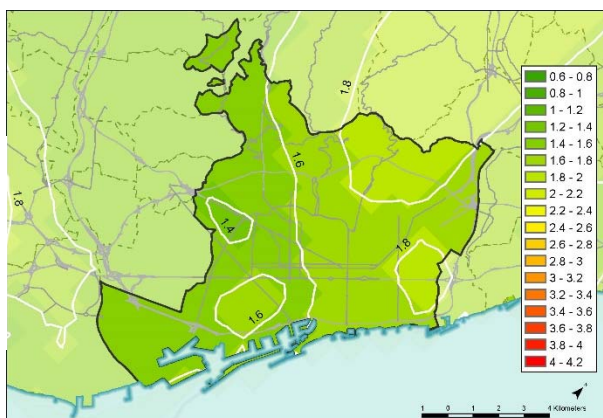


Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

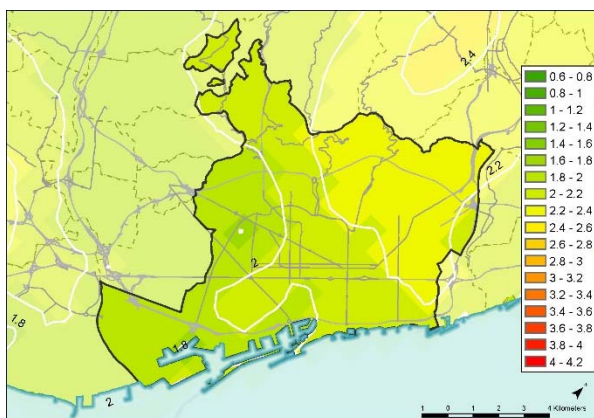


Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070



Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

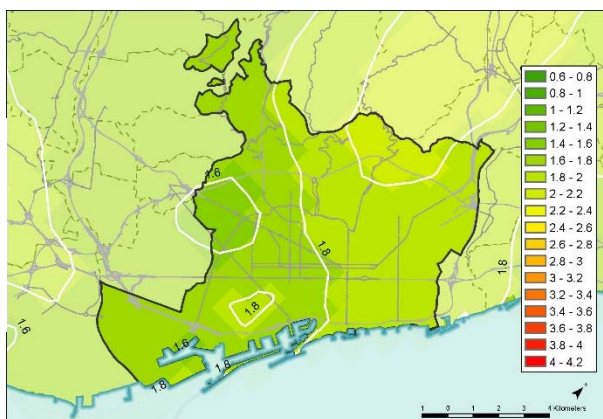


Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

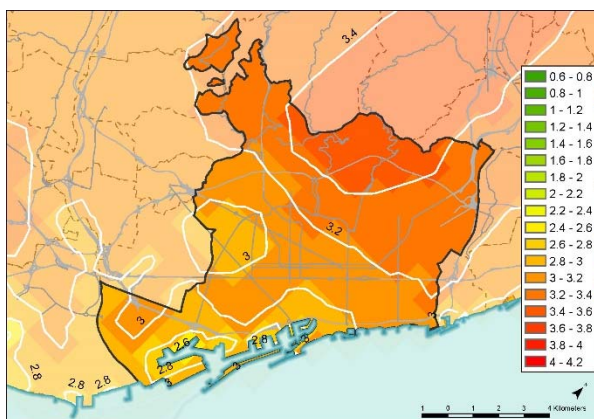
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2071-2100



Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

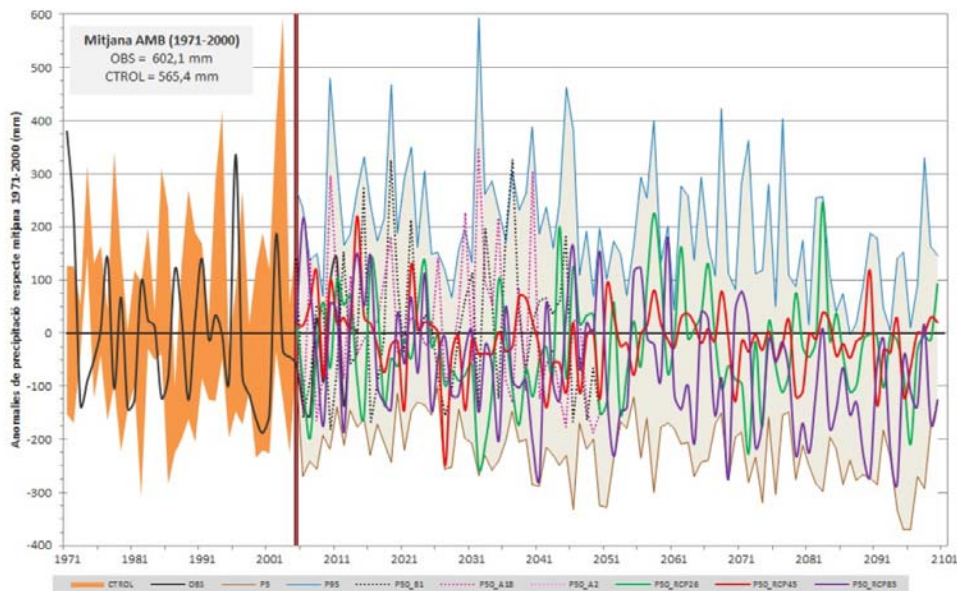
2.3.2. Projeccions de futur de precipitació

S'ha realitzat un anàlisi similar per a les precipitacions, considerant la combinació dels models americà, alemany i canadenc per als períodes 2011-2040, 2041-2070 i 2071-2100 prenent com a referència l'etapa 1971-2000, i tenint en compte les projeccions de l'escenari compromès (RCP4.5) i de l'escenari passiu (RCP8.5).

Precipitació mitjana anual a l'AMB

Segons la combinació dels tres models, **l'evolució projectada per a la precipitació mitjana anual** a l'àmbit de Barcelona i entorns, a diferència de com havíem trobat per a la temperatura, **no mostra una tendència clara en aquest segle, amb una elevada variabilitat** per tots els models i escenaris considerats.

Imatge 25: Evolució temporal projectada de la Precipitació Mitjana Anual a l'AMB (1971-2100)



Font: a partir de les dades d'*Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)*. Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

Tot i així, sí que **s'observa a partir del 2070 una major freqüència de períodes secs i una tendència cap a la disminució de la precipitació mitjana anual**, tant a l'escenari compromès com a l'escenari passiu.

Malgrat això, **a nivell anual, es projecta un lleuger descens de la precipitació a gran part de l'Àrea Metropolitana**. En general, a mesura que avança el segle i la severitat de l'escenari considerat, la disminució projectada en la precipitació mitjana anual esdevé més important.

En aquest sentit, per al període 2011-2040 existeixen poques diferències entre els dos escenaris considerats. Cap a finals de segle (període 2071-2100), la disminució arriba a ser força important i sobretot per a l'escenari passiu (RCP8.5), escenari en el qual a l'àmbit de tota l'Àrea Metropolitana hi ha una disminució superior al 19 % de la seva precipitació mitjana anual. Concretament al municipi de Barcelona és on es localitzen les major disminucions, podent arribar fins al 30%.

D'altra banda, les projeccions també mostren un augment de la probabilitat d'ocurrència dels mesos extremadament plujosos (PMM > 200 mm), passant de no detectar-se estadísticament durant el període de referència (1971-2000) a tenir una petita probabilitat de que passin aquests episodis. Això el que ens indica és que en el futur tindrem més probabilitat de dies plujosos amb un perill de grans aiguats o fins i tot inundacions.

Precipitació mitjana segons l'estació a l'AMB

L'evolució temporal projectada per a la **precipitació estacional** té diferent comportament segons l'època de l'any. Sí que per a totes quatre estacions es projecta un increment de la variabilitat anual, especialment a la tardor, on trobem anomalies mitjanes anuals que podrien ser superiors als 150 % de la precipitació mitjana d'aquesta època de l'any.

Mentre que l'hivern i la tardor no mostren cap tendència estadísticament significativa, l'estiu és l'estació que mostra una disminució estadísticament significativa de pluja. L'estiu, que ja és un dels mesos més secs, és on es preveuen percentualment més reduccions. Aquest fet fa l'impacte del canvi climàtic en l'època estival sobre el cicle de l'aigua, en els ecosistemes del nostre territori i amb el risc d'incendi sigui destacat.

Per a la primavera també s'intueix una tendència a la disminució, encara que només per l'escenari compromès (RCP4.5). La reducció a la primavera és menor que la prevista a l'estiu.

Precipitació mitjana anual a la ciutat de Barcelona

Pel que fa la **precipitació mitjana anual** a la ciutat de Barcelona, a l'**escenari compromès (RCP4.5) s'espera una tendència a la baixa**, on a finals de segle la quantitat de precipitació **podria ser fins a un 14%** menys respecte al període 1971-2000.

Respecte a l'**escenari passiu (RCP8.5)**, la tendència a la baixa de la precipitació mitjana anual seria molt més destacada, on a finals de segle aquesta **podria ser fins a un 26% menys** respecte al període 1971-2000.

Precipitació mitjana per estació a la ciutat de Barcelona

Si analitzem la tendència de la **precipitació mitjana per estacions** amb l'escenari compromès, **l'estiu registraria el major descens de precipitació**, on a finals d'aquest segle podria ploure a Barcelona gairebé un 41% menys respecte al període 1971-2000.

Cal destacar però que el descens més destacat de precipitació mitjana es produiria a mitjans de segle, amb una disminució d'un 20% respecte el període 2011-2040.

La primavera seria la segona època de l'any amb un major descens de la precipitació a Barcelona, on a finals de segle hi podria ploure fins un 15% menys respecte al període 1971-2000. A l'igual que a l'estiu, la primavera registraria una major disminució de la precipitació a mitjans de segle que no pas al final respecte al trienni 2011-2040, tot i que malgrat ser la segona estació de l'any amb major descens de precipitació, aquesta reducció, tant a mitjans com a finals de segle, dista molt dels valors de l'estiu, que són més contundents.

Els mesos de tardor i d'hivern registrarien una menor disminució de la precipitació mitjana a la ciutat comtal, amb una tendència a la baixa d'un 8% i d'un 3%, respectivament cap a finals de segle respecte al període 1971-2000. A més, i a diferència de l'estiu i la primavera, la tardor i l'hivern podrien registrar un augment de la precipitació a mitjans de segle, on al període 2041-

2070 hi podria haver un increment d'un 19% i d'un 7%, respectivament en relació al trienni 2011-2040, encara que ambdues estacions experimentarien una disminució si comparem el període 2071-2100 amb el període 2041-2070.

Pel que fa a l'escenari passiu, l'estiu seguiria sent amb diferència l'època de l'any amb un major descens de precipitació, on a finals d'aquest segle podria ploure a Barcelona gairebé un 61% menys respecte al període 1971-2000. A diferència de l'anterior escenari, en el RCP8.5 el major descens de la precipitació seria més pronunciat entre el trienni 2071-2100 respecte al període 2041-2070 (reducció del 24%), que no pas entre el període 2041-2070 respecte a l'interval 2011-2040 (reducció del 14%).

Respecte a la primavera, aquesta continuaria sent la segona època de l'any amb un major descens de la precipitació a Barcelona, on a finals de segle hi podria ploure fins un 32% menys respecte al període 1971-2000. Tot i que aquest descens de precipitacions començaria a experimentar-se a partir de mitjans de segle, ja que pel trienni 2011-2040 no s'esperen canvis de tendència respecte al període 1971-2000.

Seguint amb les projeccions de l'escenari passiu (RCP8.5), la tardor i l'hivern serien les estacions que tindrien una menor disminució de la precipitació, on la reducció a la ciutat de Barcelona a finals de segle seria d'un 9% i d'un 13%, respectivament, en relació al període 1971-2000, tot i que l'hivern podria registrar un augment de la precipitació mitjana a voltants d'un 6% per al trienni 2011-2040 en relació al període 1971-2000.

Mitjana anual de precipitació màxima diària a la ciutat de Barcelona

En relació a la **mitjana anual de la precipitació màxima diària**, per a l'escenari compromès s'espera un increment del 5% a mitjans de segle a la zona centre de la ciutat, mentre que al litoral podria ser del 10%. Malgrat aquest augment, per a finals de segle se n'espera una reducció a tota la ciutat entre un 5 i un 10% respecte al període 2041-2070, per tant, la variació en les properes dècades seria poc significativa.

En aquest mateix context, per a l'escenari passiu es projecta un increment entre un 5 i un 10% al litoral barceloní per a l'interval 2011-2040 respecte al període 1971-2000, sense gaires canvis a la resta de la ciutat. Malgrat a aquest augment, a mitjans de segle se n'espera una reducció a la façana litoral, suposant uns valors força aproximats als del període 1971-2000. A finals de segle la tendència continuaria anant a la baixa, fet que suposaria una reducció entre el 3 i el 5% en relació al període 1971-2000 en el conjunt de la ciutat.

Nombre de dies amb precipitacions inferiors a 5 mm a la ciutat de Barcelona

Pel que fa al **nombre de dies en què es poden registrar precipitacions inferiors a 5 mm**, l'escenari compromès (RCP4.5) en mostra una discreta disminució. Al trienni 2041-2070 hi podria haver uns 3 dies menys de precipitació inferior a 5 mm respecte al període 1971-2000. Tanmateix, a finals de segle hi podria haver una reducció de 2 dies respecte al trienni 2041-2070, per tant, la disminució de finals de segle podria ser de 5 dies. Les precipitacions inferiors a 5 mm són una quantitat molt petita de pluja, però són episodis que ajuden a netejar l'atmosfera i l'espai públic de la ciutat.

Atenent a la projecció de l'escenari passiu (RCP8.5), el nombre de dies en què es poden registrar precipitacions inferiors a 5 mm podria disminuir de forma important. Si bé hi podria haver una reducció d'uns 8 dies al trienni 2041-2070 respecte al període 1971-2000, al trienni

2071-2100 respecte a aquest mateix període hi podria haver 14 dies menys precipitacions inferiors a 5 mm.

Nombre de dies amb precipitacions superiors als 50mm a la ciutat de Barcelona

Respecte al nombre de dies en què es poden registrar precipitacions superiors als 50 mm, la projecció mostrada per l'escenari compromès (RCP4.5) reflecteix una reducció d'aquestes precipitacions gairebé inapreciable, on a finals de segle aquesta disminució seria d'uns 0,2 dies respecte al període 1971-2000. Aquesta variable és important perquè ens indica els episodis que poden tenir un cert perill de patir danys materials a la ciutat o fins i tot esdevenir inundacions.

En relació a l'escenari passiu (RCP8.5), hi podria haver un augment a mitjans de segle, encara que poc significatiu, ja que podria produir-se un increment de 0,3 dies amb precipitacions superiors als 50 mm. A més, a finals de segle hi hauria una reducció en el nombre de dies, essent uns 0,2 dies menys amb aquest tipus de precipitació en relació al període 1971-2000.

A l'Annex 2 es mostren els mapes de les simulacions climàtiques del S.XXI.

A continuació i a mode de resum a continuació es mostren les variacions projectades per les diferents variables de precipitació al municipi de Barcelona, en els diferents escenaris. S'inclou l'escenari compromès, l'escenari passiu que són la base de l'anàlisi dels posterior capítols, però també s'inclou l'escenari RCP2.6 (assimilable a si s'hagués seguit l'establert pel protocol de Kyoto), com a exercici de comparativa:

	1971-2000 (control)	RCP	2011-2040 (variació)	2041-2071 (variació)	2071-2100 (variació)
Precipitació mitjana anual	578,1 mm	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	-7 % (-8-(-1)) -7 % (-10-(-4)) -6 % (-8-(-2))	0 % (-3-7) -6 % (-8-1) -14 % (-18-(-11))	sense canvis -14 % (-14-(-7)) -26 % (-30-(-21))
Precipitació mitjana Hivern	108,1 mm	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	sense canvis 16 % (5-19) 6 % (0-7)	2 % (-9-4) 7 % (5-14) -19 % (-23-(-13))	5 % (-3-6) -3 % (-10-2) -13 % (-19-(-11))
Precipitació mitjana Primavera	140,0 mm	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	-6 % (-9-1) -6 % (-10-(-1)) sense canvis	-4 % (-10-6) -12 % (-14-(-6)) -13 % (-19-(-8))	-10 % (-14-(-4)) -15 % (-21-(-6)) -32 % (-33-(-21))
Precipitació mitjana Estiu	116,8 mm	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	-20 % (-22-(-9)) -16 % (-25-(-9)) -23 % (-24-8-11))	-13 % (-18-(-3)) -36 % (-39-(-24)) -37 % (-39-(-28))	-10 % (-11-(-1)) -41 % (-42-(-24)) -61 % (-63-(-41))
Precipitació mitjana Tardor	213,2 mm	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5	3 % (3-9) -13 % (-18-(-5)) -6 % (-13-0)	4 % (3-11) 6 % (2-13) -1 % (-8-6)	-13 % (-14-(-9)) -8 % (-11-0) -9 % (-14-(-1))
Dies amb precipitació <5mm	60,5 dies	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5r	-3,2 dies (-4,2-(-0,2)) -4,0 dies (-4,0-(-1,5)) -3,8 dies (-5,1-(-1,6))	-2,5 dies (-3,9-(-0,2)) -3,2 dies (-5,4-(-1,0)) -8,3 dies (-10,8-(-5,5))	-3,1 dies (-4,8-(-1,6)) -4,9 dies (-8,7-(-2,7)) -14,0 dies (-17,2-(-10,3))
Dies amb precipitació >50mm	1,3 dies	rcp2.6 rcp4.5 rcp8.5r	0 dies (-0,3-0,4) 0,3 dies (-0,1-0,6) 0,1 dies (0,0-0,6)	0,2 dies (0,0-0,7) 0,1 dies (-0,1-0,3) 0,3 dies (-0,4-0,4)	0,1 dies (-0,1-0,3) -0,2 dies (-0,3-0,4) -0,2 dies (-0,5-0,2)

Font: a partir de les dades d'Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB). Àrea Metropolitana de Barcelona, Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional (2016)

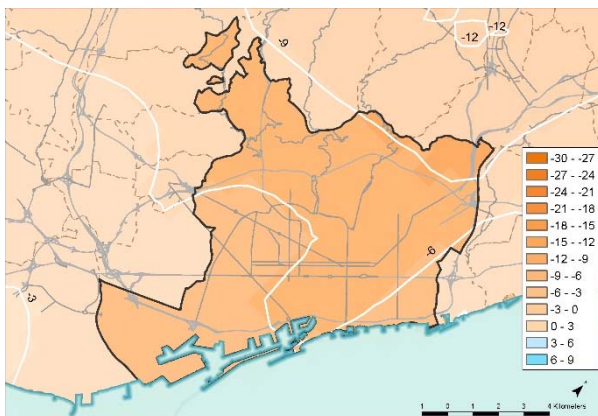
A continuació, a tall d'exemple, es mostren algunes de les imatges de l'Annex 2, on es veuen pels diferents escenaris climàtics (compromès i passiu) l'evolució al diferents horitzons temporals. En concret es mostren les imatges de Precipitació Mitjana anual.

PRECIPITACIÓ MITJANA ANUAL (mm):

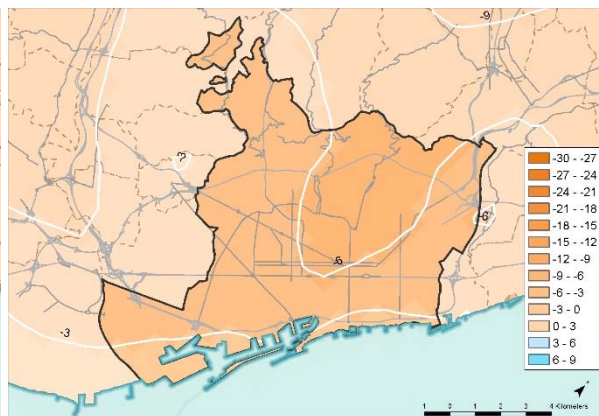
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

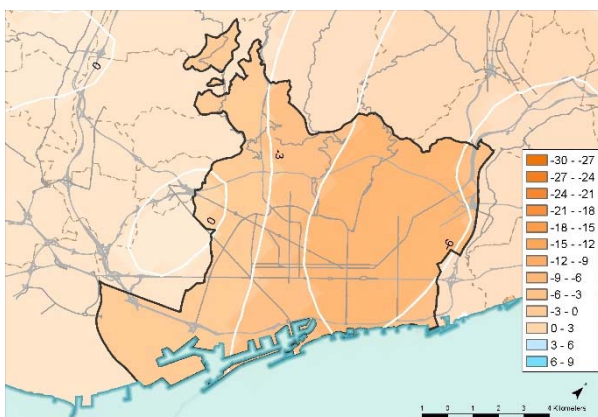


Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

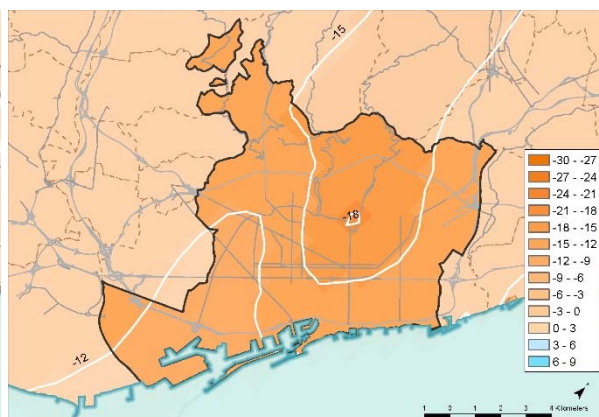


Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

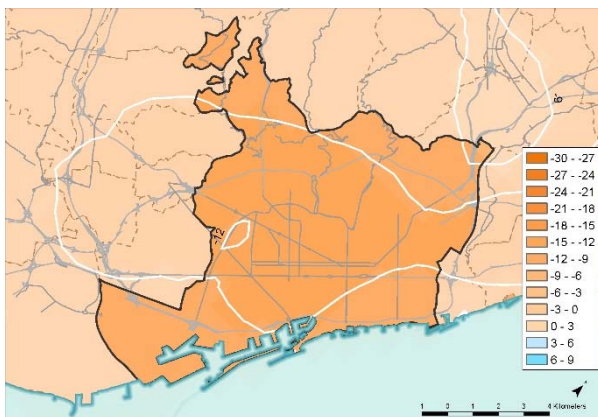


Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

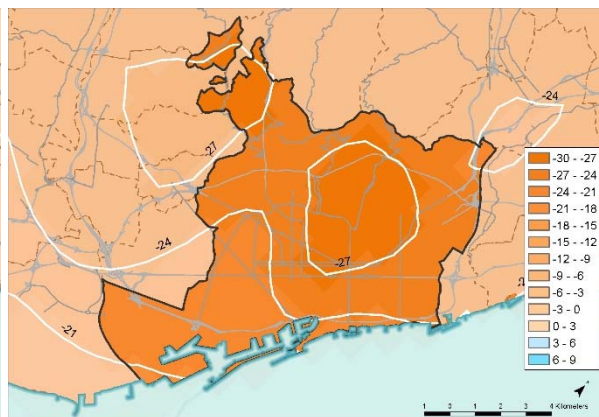


Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

3. BIBLIOGRAFIA



- ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA, SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA I BARCELONA REGIONAL (2016). Escenaris climàtics regionalitzats a *l'Àrea Metropolitana de Barcelona.(Projecte ESAMB)*
- LLEBOT, J.E. (2010). *Segon informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Institut d'Estudis Catalans i Generalitat de Catalunya. Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya.
- CORBERA, E. i BESNARD, M. (2010). *L'aigua i el canvi climàtic a la Mediterrània*. Centre UNESCO de Catalunya.
- U.S. GLOBAL CHANGE RESEARCH PROGRAM (2009). *Conocimiento Climático. Los Principios Esenciales de la Ciencia Climática*.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2015). *Cambio climático: Bases Físicas. Guía Resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. Grupo de Trabajo I*.
- BARRERA-ESCODA, GONÇALVES, CUNILLERA, i BALDASANO (2014). *Projeccions climàtiques futures regionalitzades a Catalunya a alta resolució*. Servei Meteorològic de Catalunya
- CUNILLERA, J. *El canvi climàtic a Catalunya: les projeccions dels models*. Servei Meteorològic de Catalunya.
- IPCC, GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (2013). *Cambio climático 2013. Bases físicas*. Grupo de Trabajo I.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (2016). *The Global Climate in 2011-2015*.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (2016). *WMO provisional Statement on the Status of the Global Climate in 2016*.

4. ANNEXOS

4.1. Annex 1: Clima actual

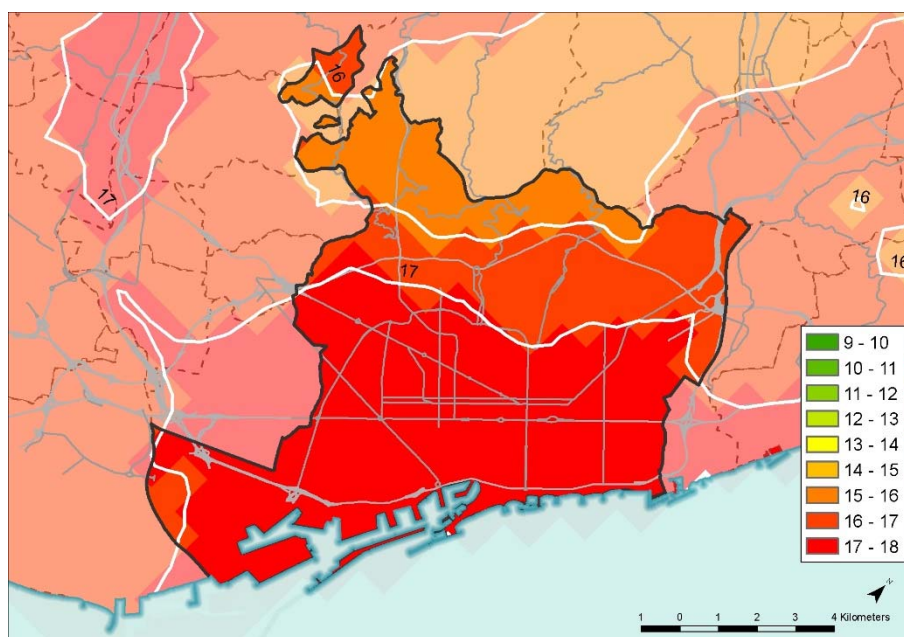
4.2. Annex 2: Simulacions climàtiques del s.XXI



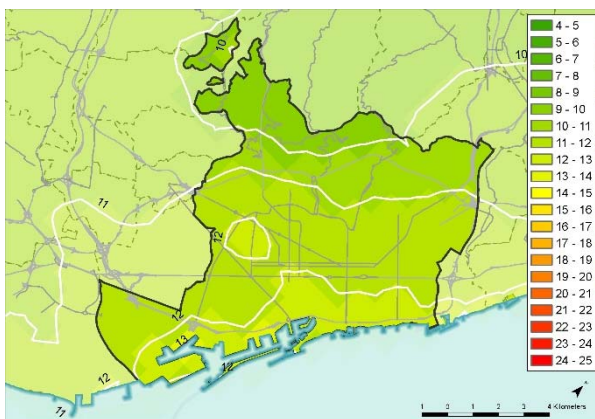
4.1. ANNEX 1: CLIMA ACTUAL

Tota la informació de l'Annex 1 s'ha extret de l'estudi realitzat pel Servei Meteorològic de Catalunya per a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i coordinat per Barcelona Regional: "Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)"

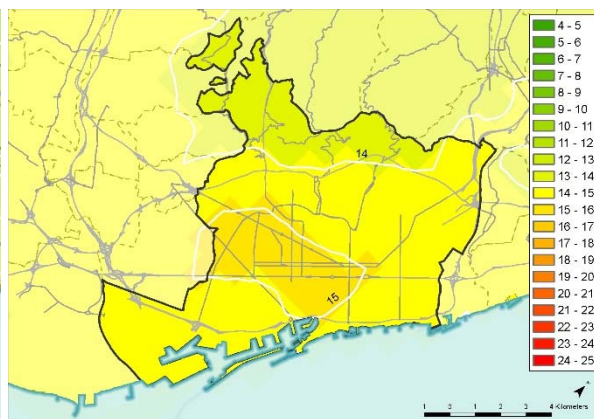
TEMPERATURA MITJANA ANUAL I ESTACIONAL ACTUAL:



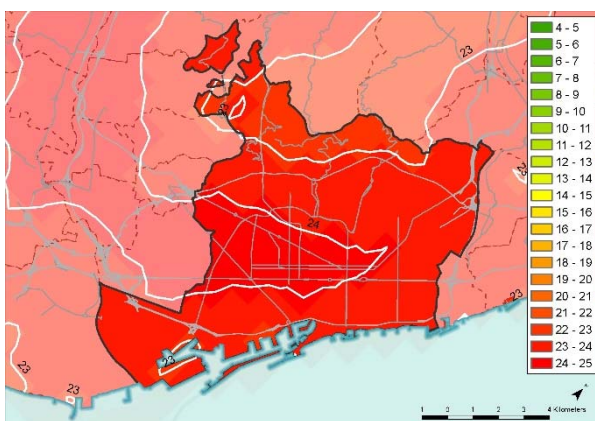
Temperatura Mitjana Anual al període 1971 - 2000



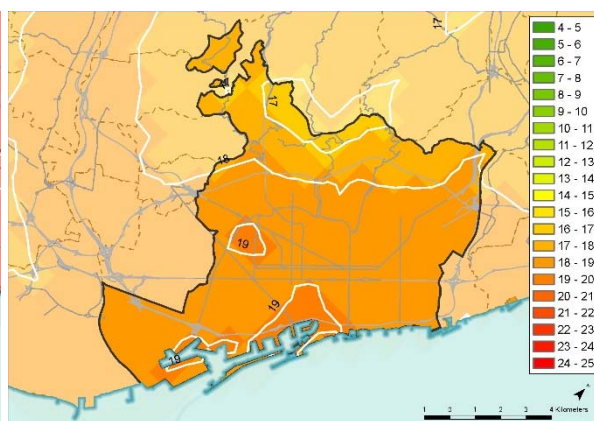
Temperatura Mitjana d'hivern al període 1971 - 2000



Temperatura Mitjana de la primavera al període 1971 - 2000

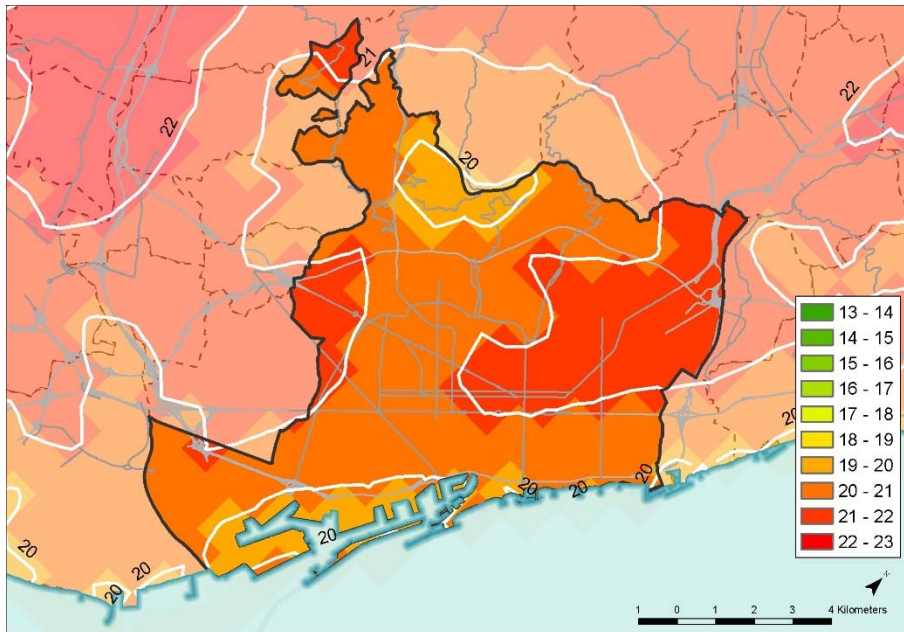


Temperatura Mitjana de l'estiu al període 1971 - 2000

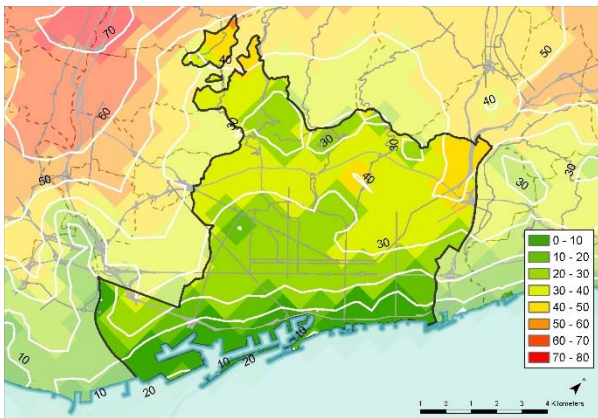


Temperatura Mitjana de la tardor al període 1971 - 2000

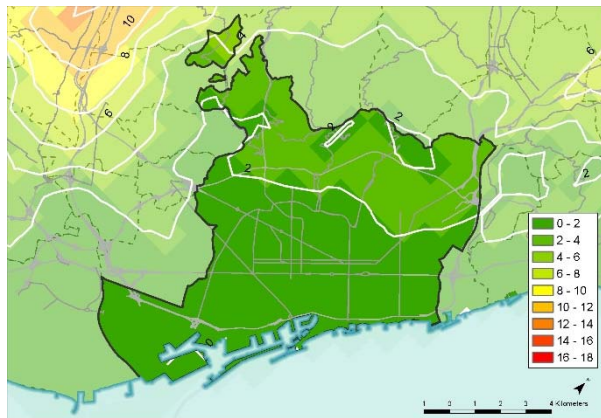
TEMPERATURES MÀXIMES I EXTREMS ACTUAL:



Temperatura màxima mitjana anual al període 1971 - 2000

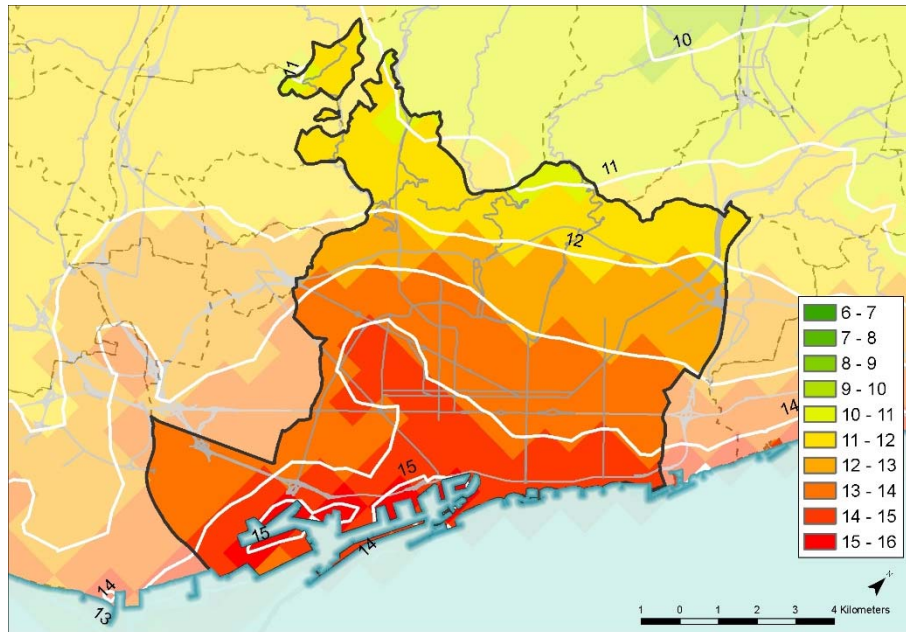


Número anual de Dies Cálids (TX > 30 °C) a Barcelona per el període 1971 - 2000

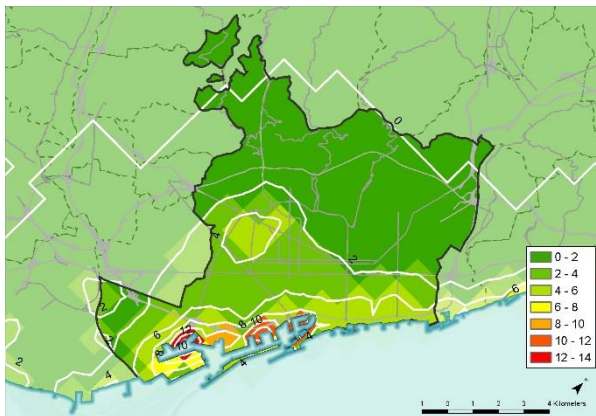


Número anual de Dies Tòrrids (TX > 35 °C) a Barcelona per el període 1971 - 2000

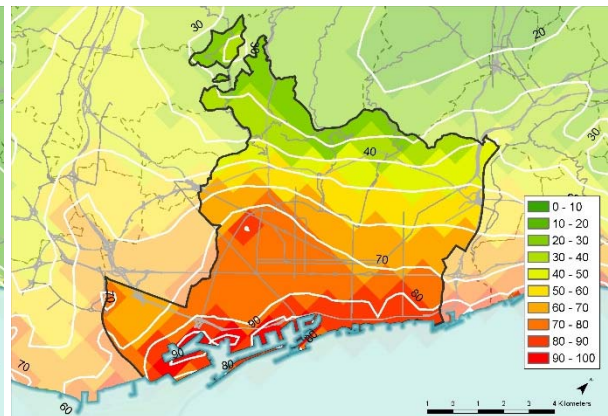
TEMPERATURES MÍNIMES I EXTREMS ACTUALS:



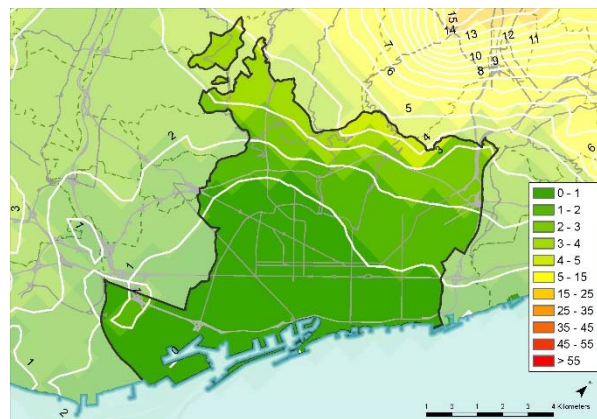
Temperatura mínima mitjana anual al període 1971 - 2000



Número anual de Nits Tòrrides (TN >25 °C) a Barcelona per el període 1971 - 2000

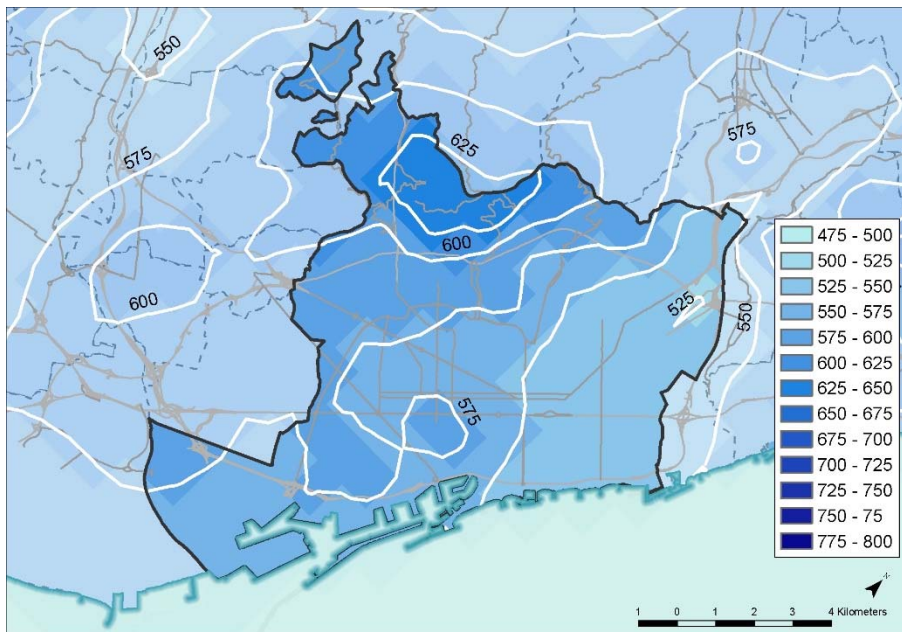


Número anual de Nits Tropicals (TN >20 °C) a Barcelona per el període 1971 - 2000

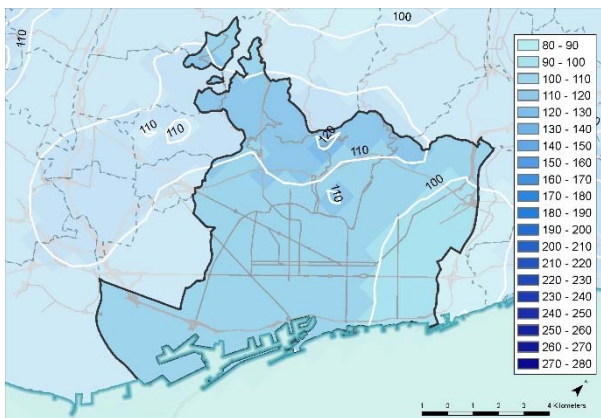


Número anual de Dies de Glaçada (TN < 0 °C) a Barcelona per al període 1971 - 2000

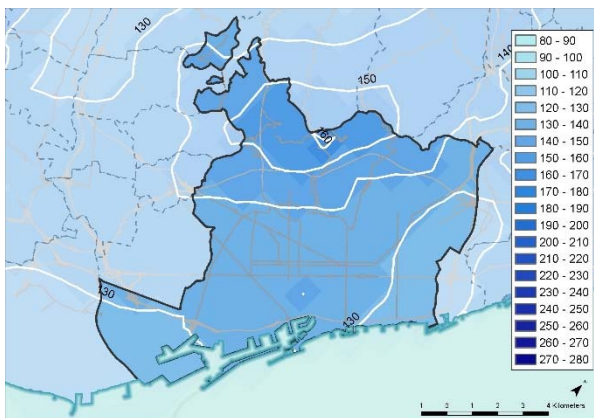
PRECIPITACIÓ MITJANA ANUAL I ESTACIONAL ACTUALS:



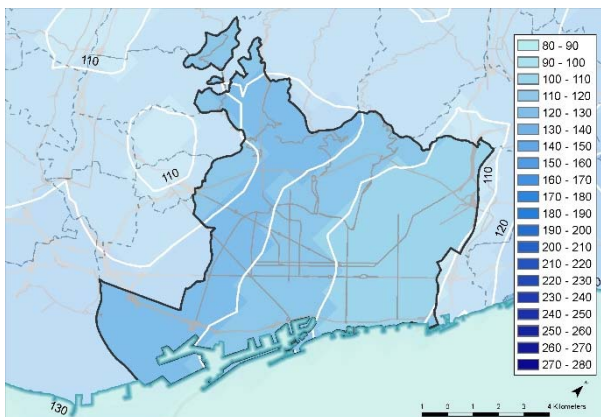
Precipitació Mitjana anual al període 1971 - 2000



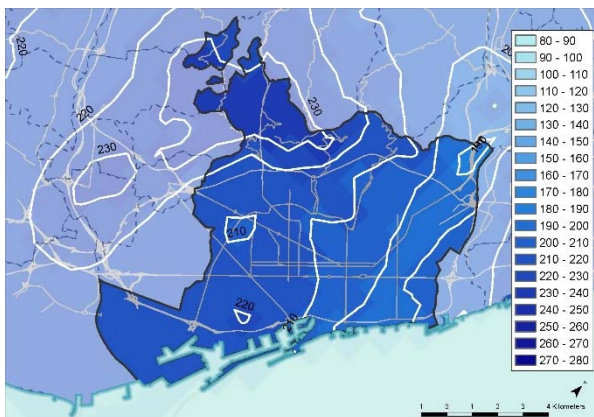
Precipitació Mitjana d'hivern al període 1971 - 2000



Precipitació Mitjana de la primavera al període 1971 - 2000

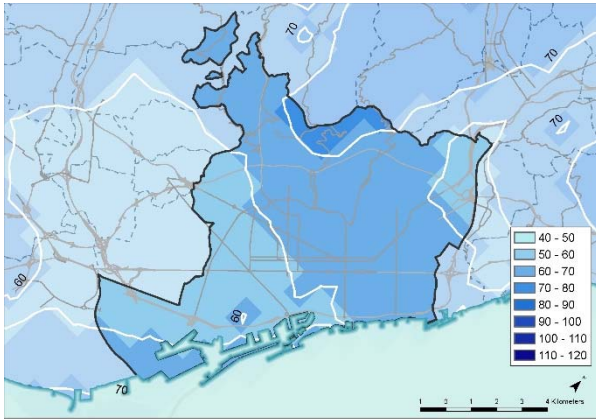


Precipitació Mitjana de l'estiu al període 1971 - 2000

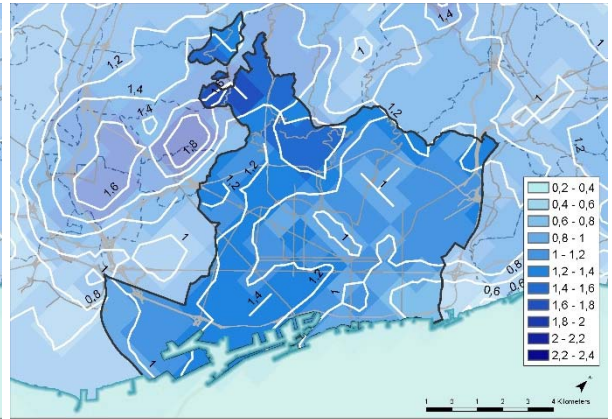


Precipitació Mitjana de la tardor al període 1971 - 2000

EXTREMS DE PRECIPITACIÓ ACTUALS:



Número anual de dies amb precipitació inferior a 5 mm al període 1971 - 2000



Número anual de dies amb precipitació superior a 50 mm al període 1971 - 2000

4.2. ANNEX 2: SIMULACIONS CLIMÀTIQUES DEL S.XXI

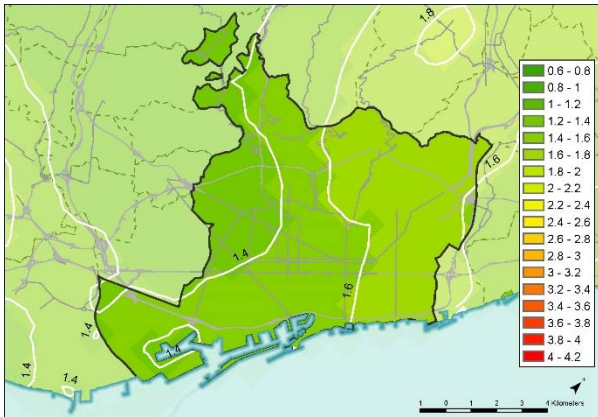
Tota la informació de l'Annex 2 s'ha extret de l'estudi realitzat pel Servei Meteorològic de Catalunya per a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i coordinat per Barcelona Regional: "Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Projecte ESAMB)"

TEMPERATURA MITJANA ANUAL (°C):

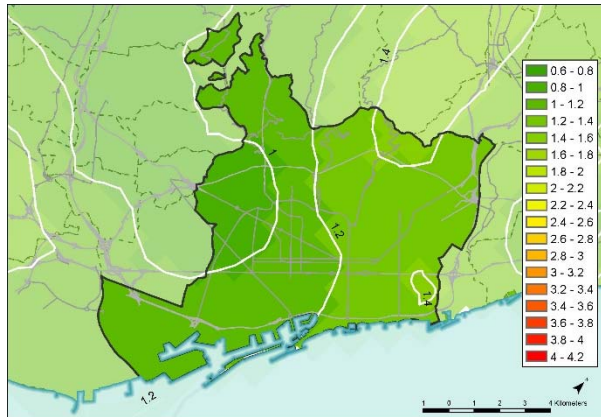
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

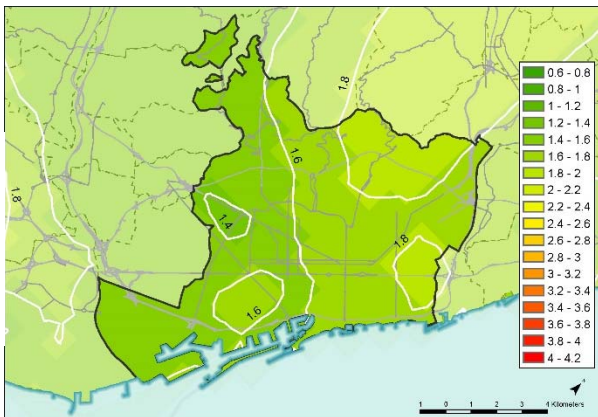


Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

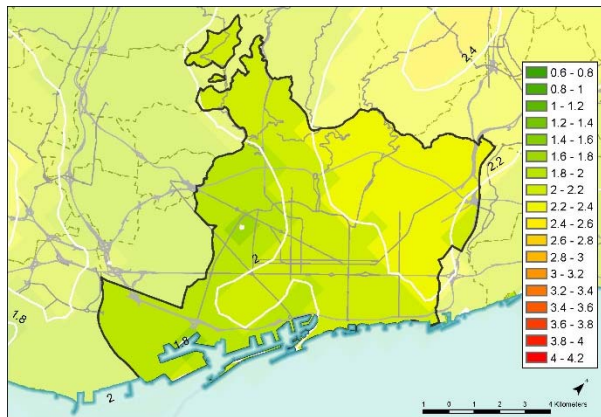


Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

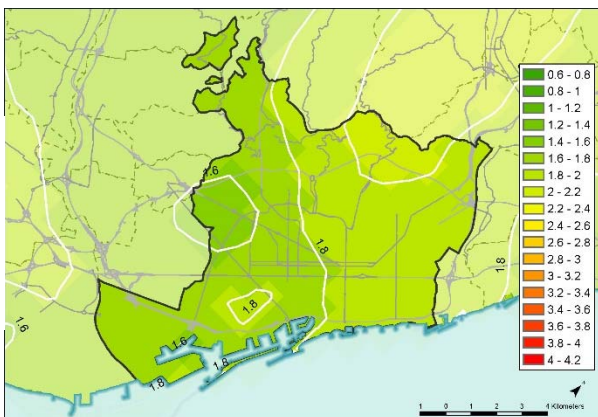


Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

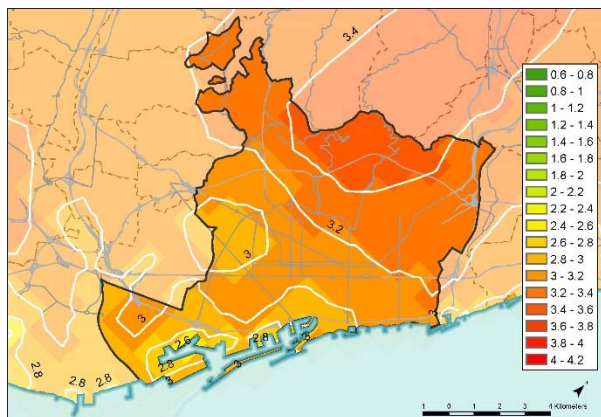


Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



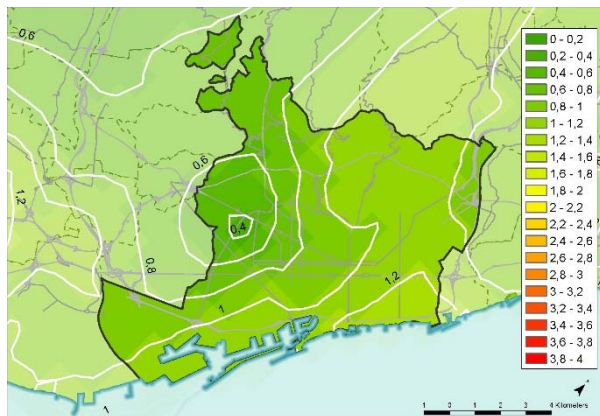
Variació projectada de la Temperatura Mitjana Anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

TEMPERATURA MITJANA A L'HIVERN (°C):

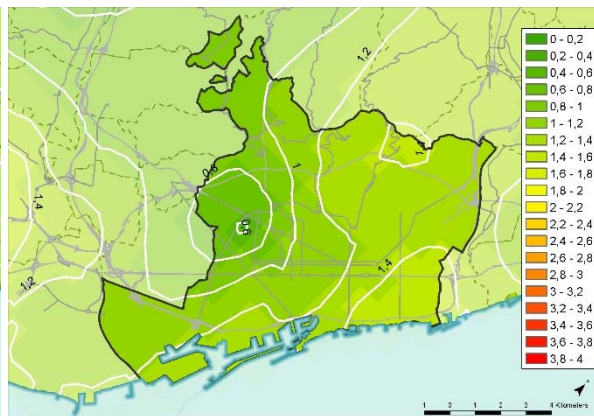
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

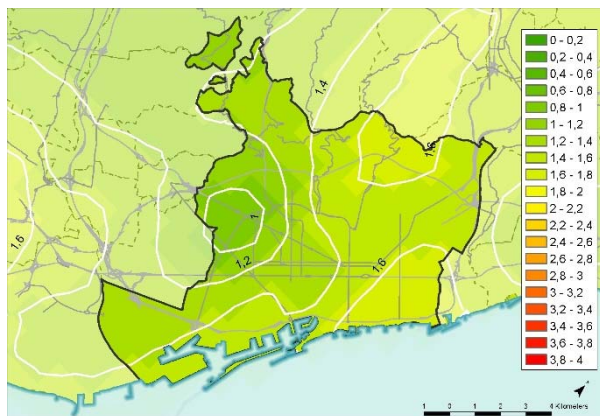


Variació projectada de la Temperatura Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

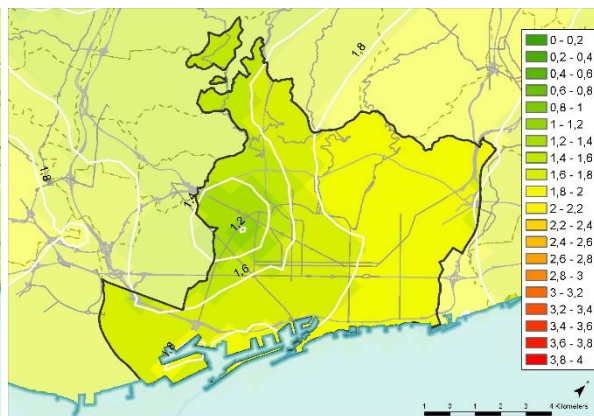


Variació projectada de la Temperatura Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

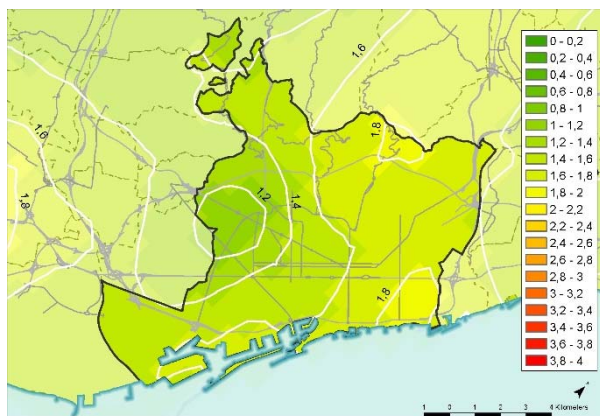


Variació projectada de la Temperatura Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

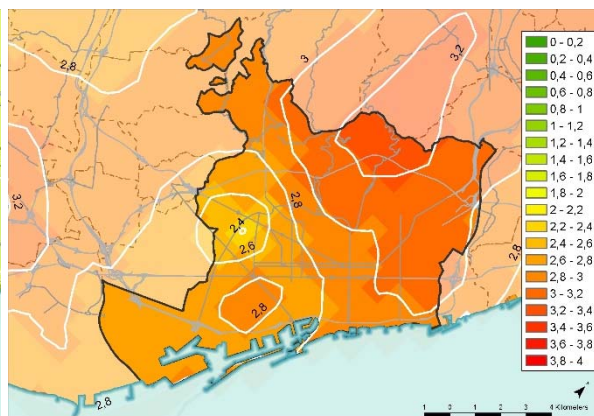


Variació projectada de la Temperatura Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Temperatura Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



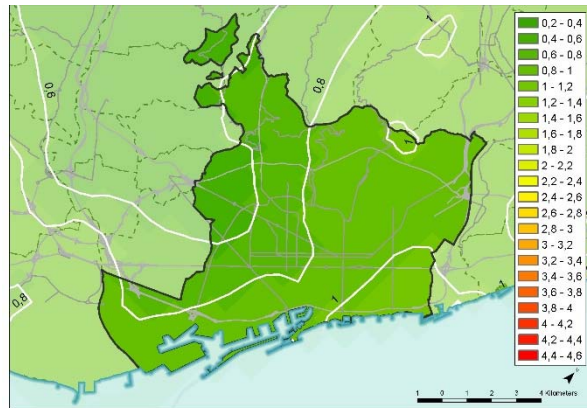
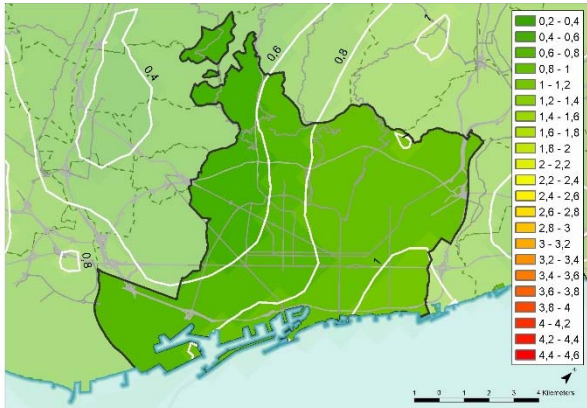
Variació projectada de la Temperatura Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

TEMPERATURA MITJANA A LA PRIMAVERA (°C):

ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

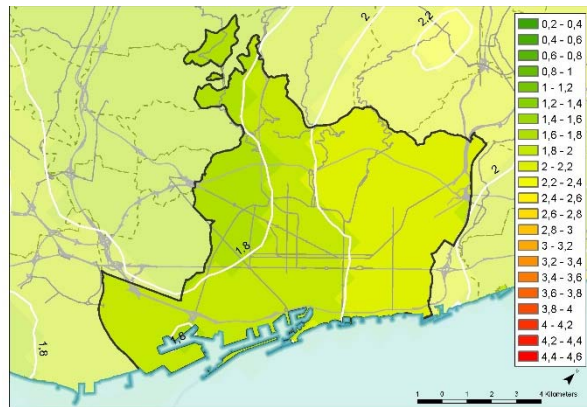
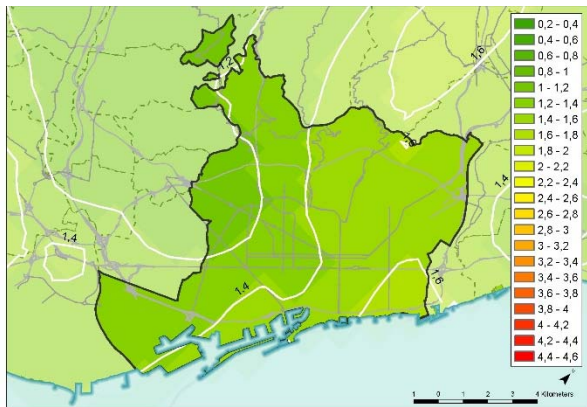
2011-2040



Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

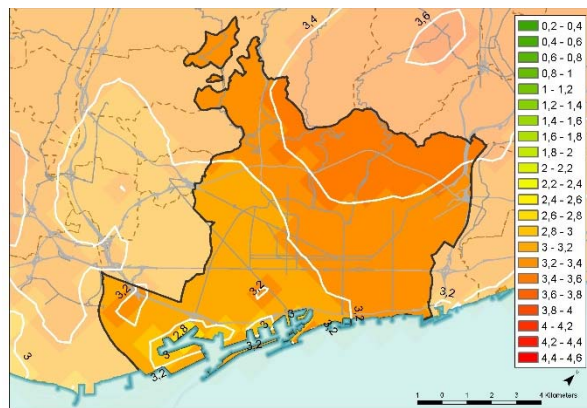
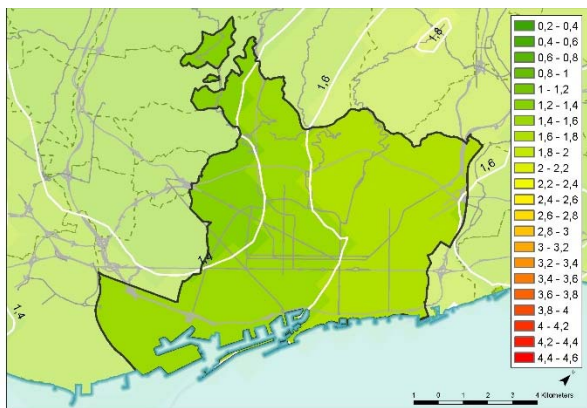
2041-2070



Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5

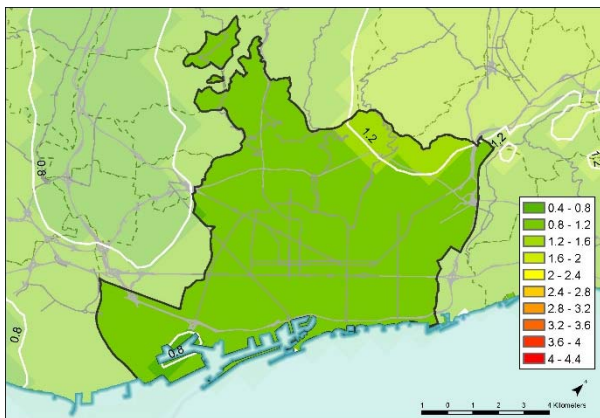
Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

TEMPERATURA MITJANA A L'ESTIU (°C):

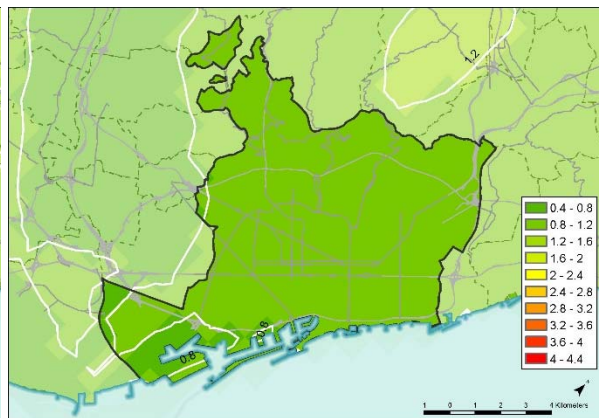
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

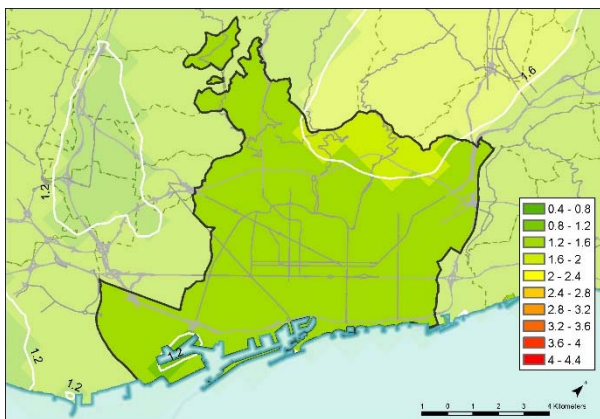


Variació projectada de la Temperatura Mitjana de l'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

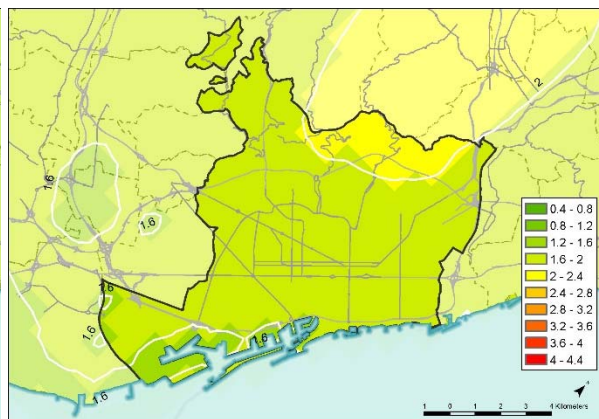


Variació projectada de la Temperatura Mitjana de l'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

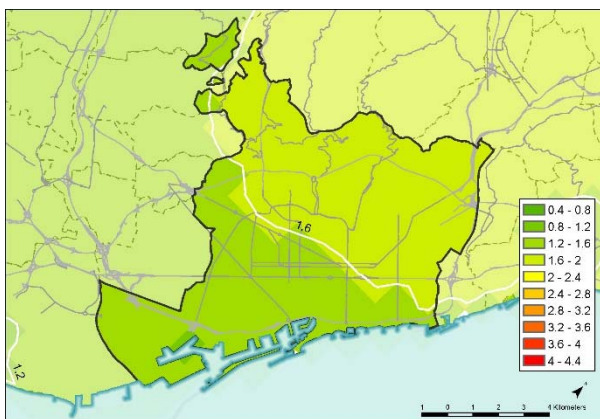


Variació projectada de la Temperatura Mitjana de l'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

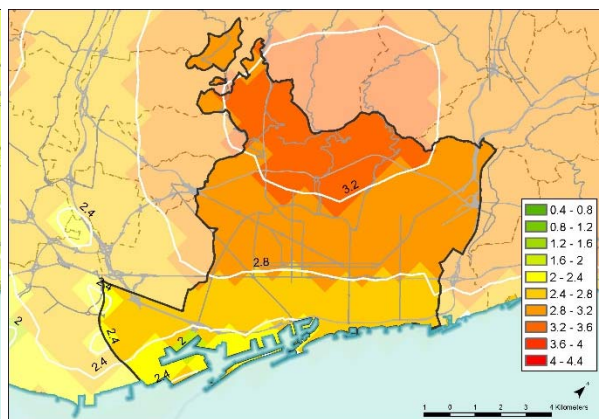


Variació projectada de la Temperatura Mitjana de l'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Temperatura Mitjana de l'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



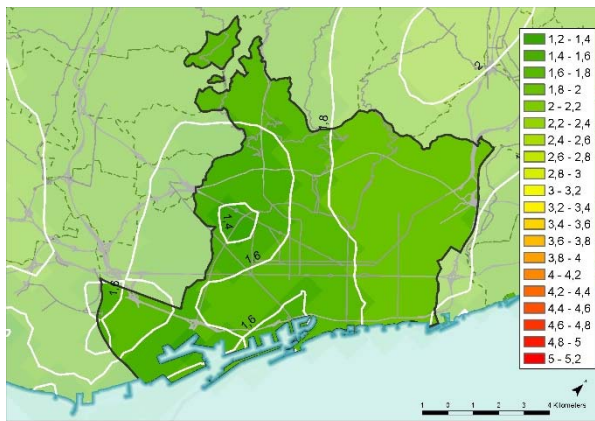
Variació projectada de la Temperatura Mitjana de l'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

TEMPERATURA MITJANA A LA TARDOR (°C):

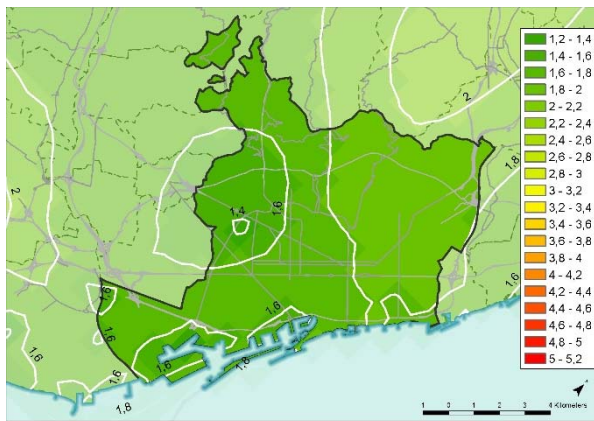
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

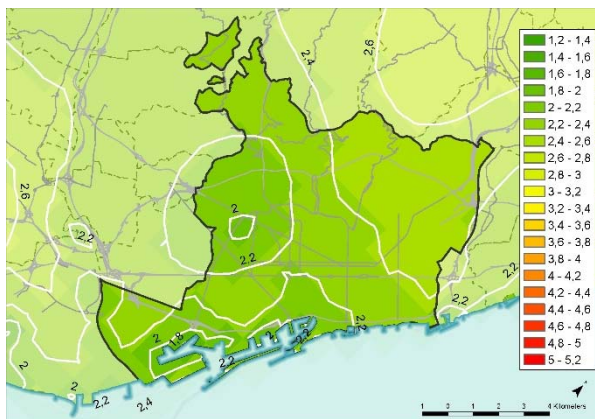


Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

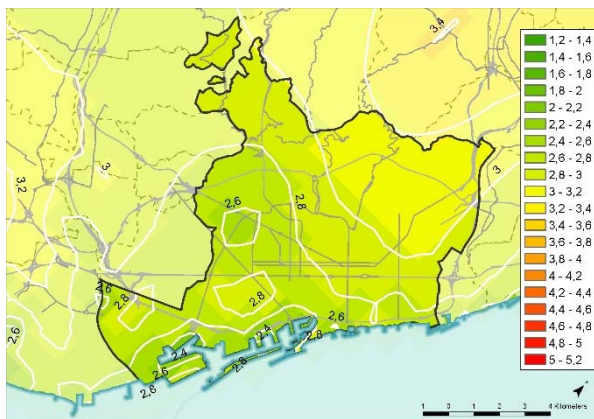


Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

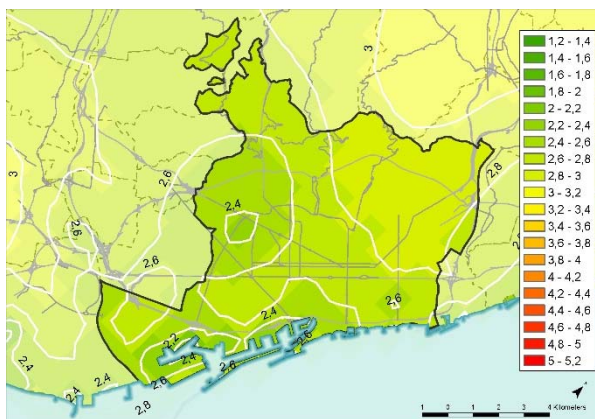


Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

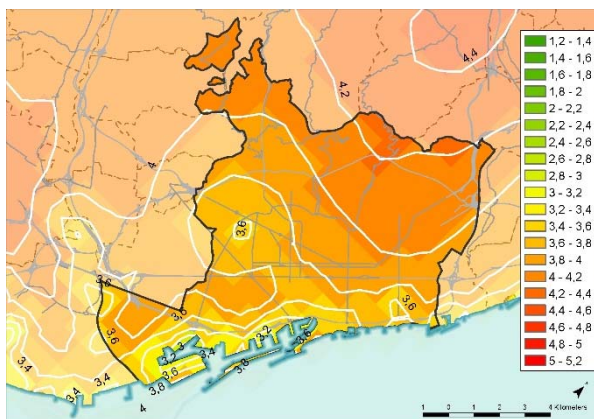


Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



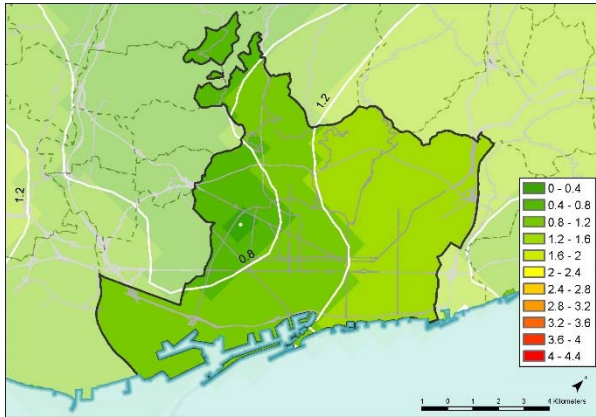
Variació projectada de la Temperatura Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL (°C):

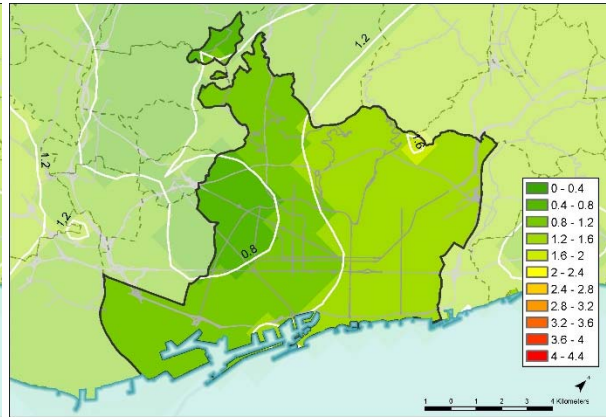
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

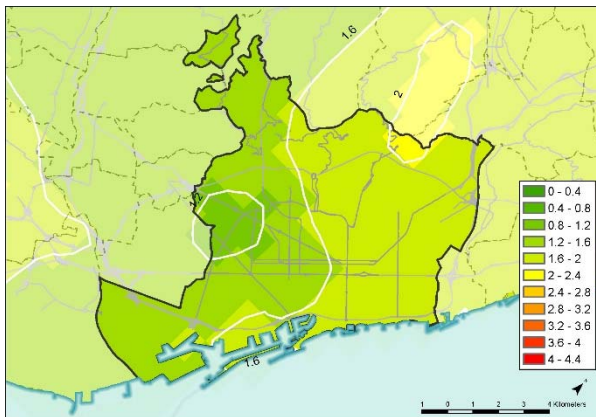


Variació projectada de la temperatura mínima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

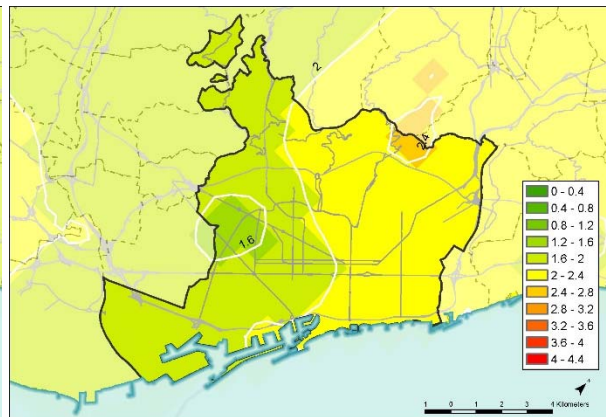


Variació projectada de la temperatura mínima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

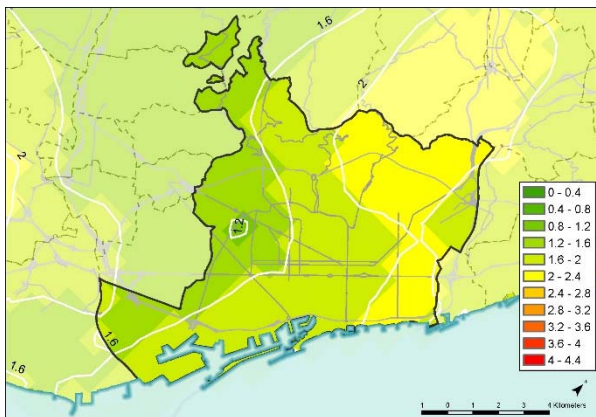


Variació projectada de la temperatura mínima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

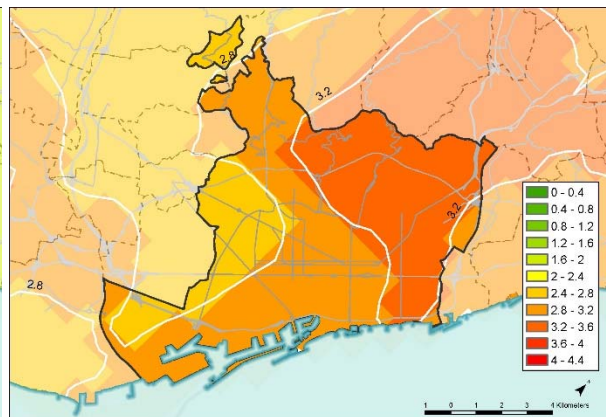


Variació projectada de la temperatura mínima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la temperatura mínima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



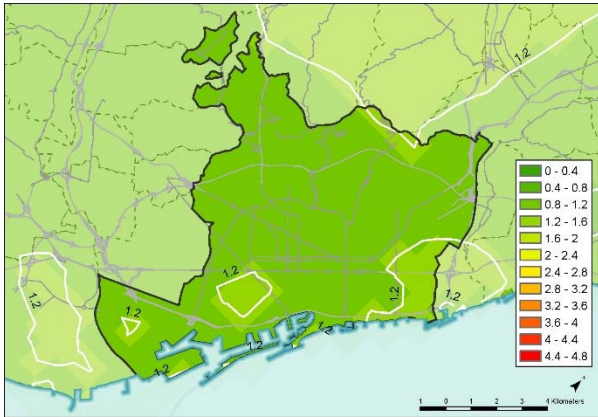
Variació projectada de la temperatura mínima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

TEMPERATURA MÀXIMA ANUAL (°C):

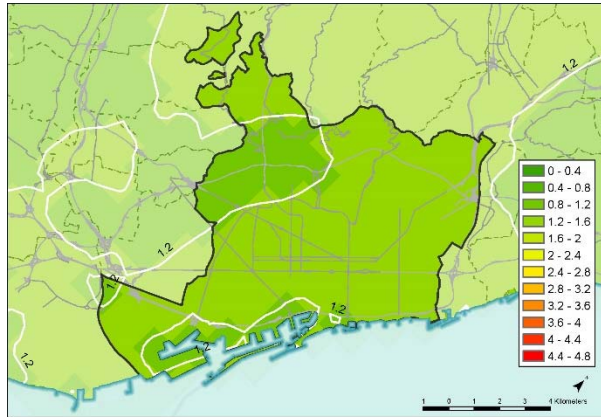
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

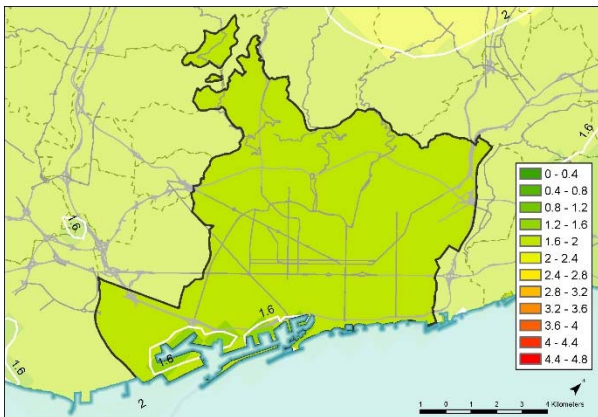


Variació projectada de la temperatura màxima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

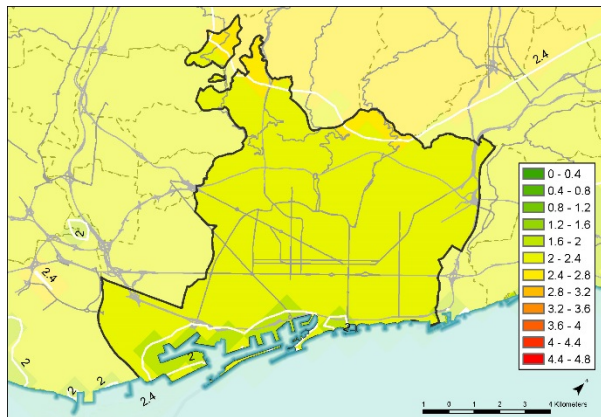


Variació projectada de la temperatura màxima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

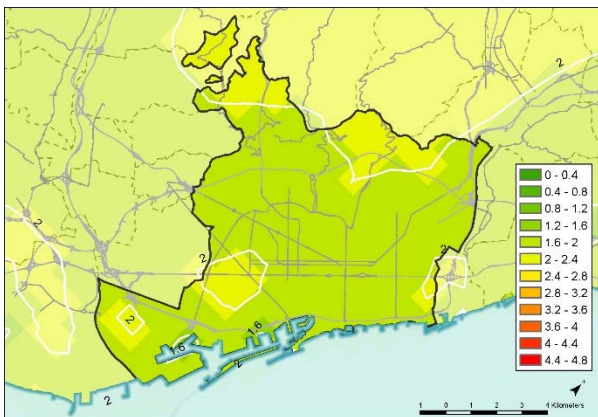


Variació projectada de la temperatura màxima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

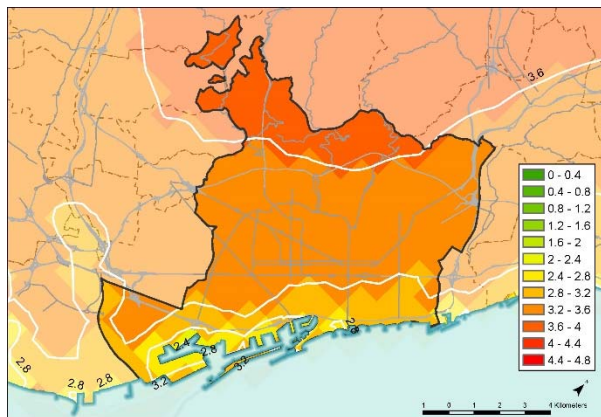


Variació projectada de la temperatura màxima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la temperatura màxima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



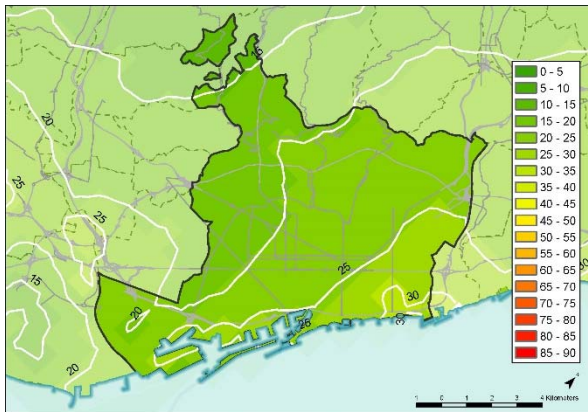
Variació projectada de la temperatura màxima anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

NITS TROPICALS (temperatura mínima > 20°C):

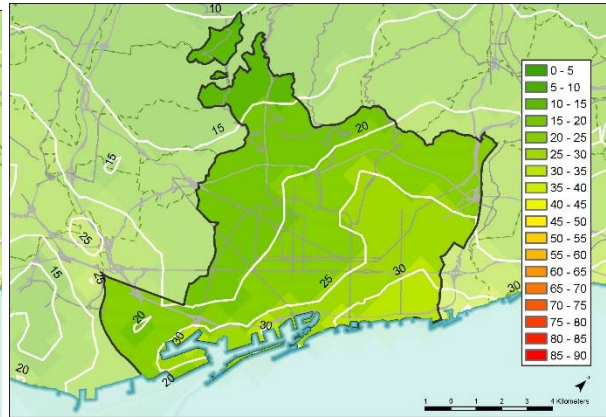
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

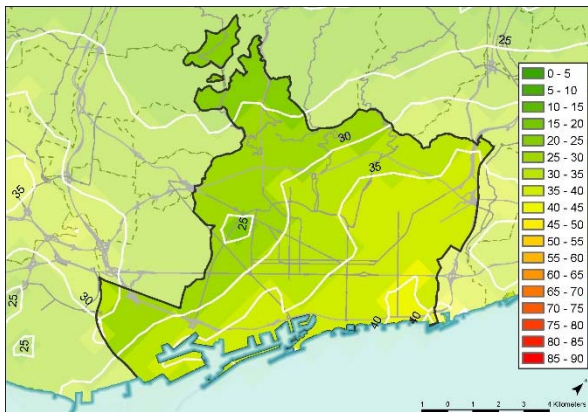


Variació projectada del número anual de nits tropicals (TN > 20°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

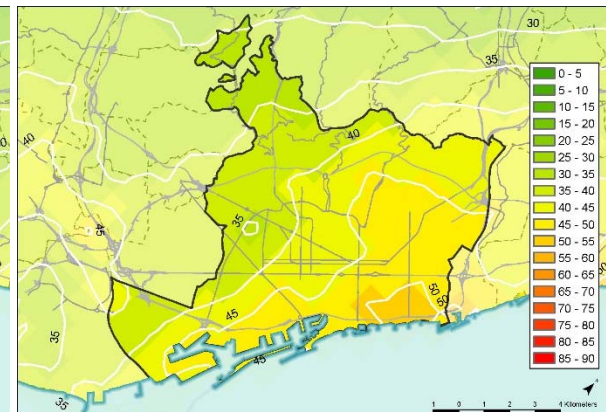


Variació projectada del número anual de nits tropicals (TN > 20°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

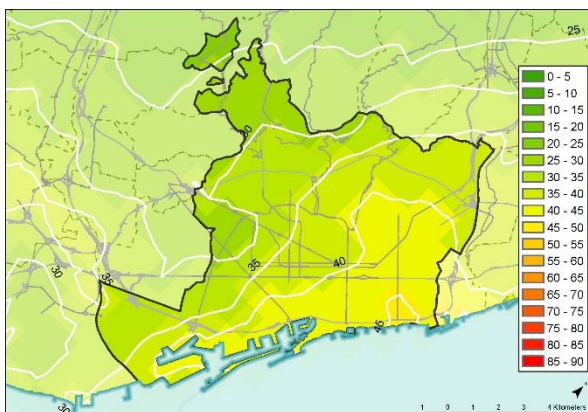


Variació projectada del número anual de nits tropicals (TN > 20°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

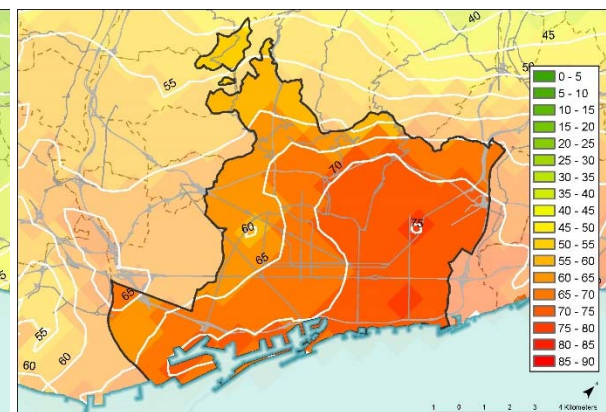


Variació projectada del número anual de nits tropicals (TN > 20°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada del número anual de nits tropicals (TN > 20°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



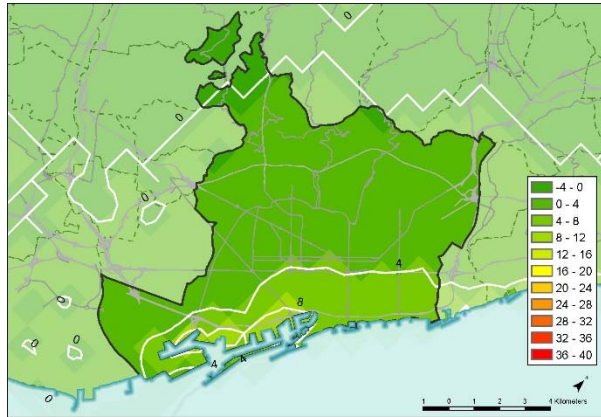
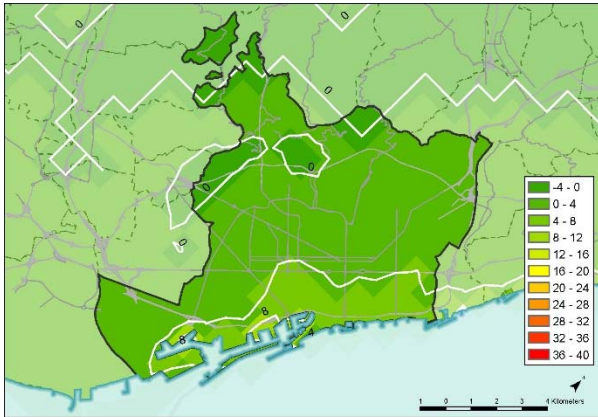
Variació projectada del número anual de nits tropicals (TN > 20°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

NITS TÒRRIDES (temperatura mínima > 25 °C):

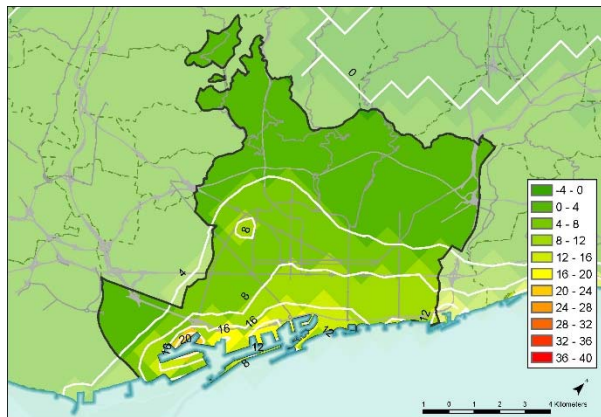
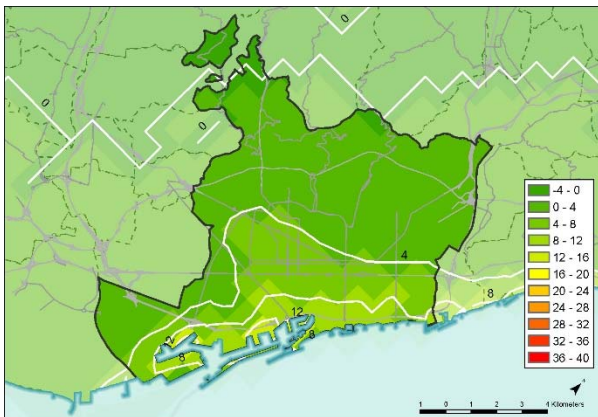
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

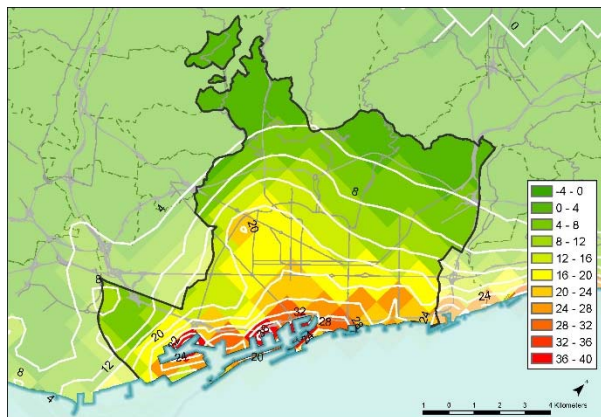
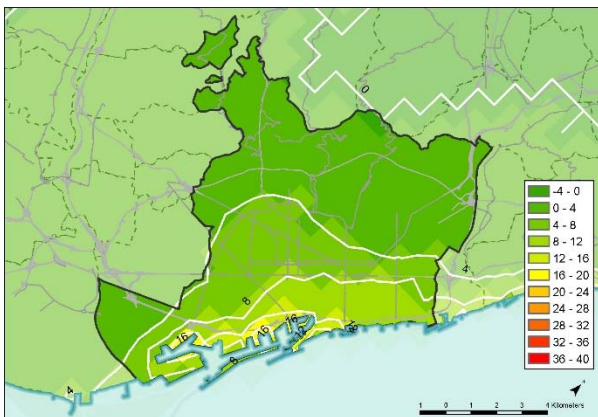
2011-2040



2041-2070



2071-2100

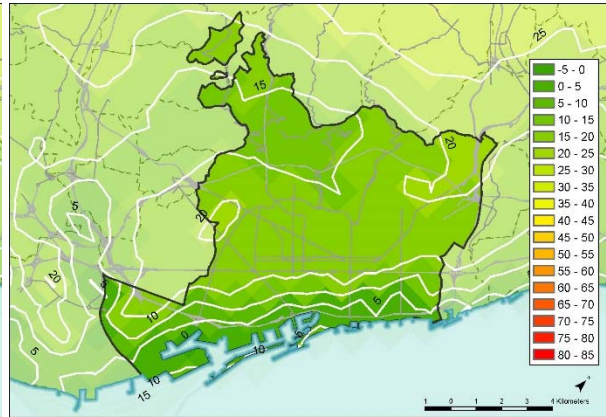
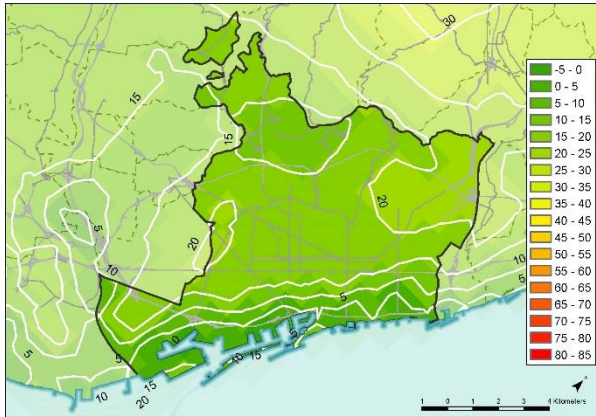


DIES CÀLIDS (temperatura màxima > 30 °C):

ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

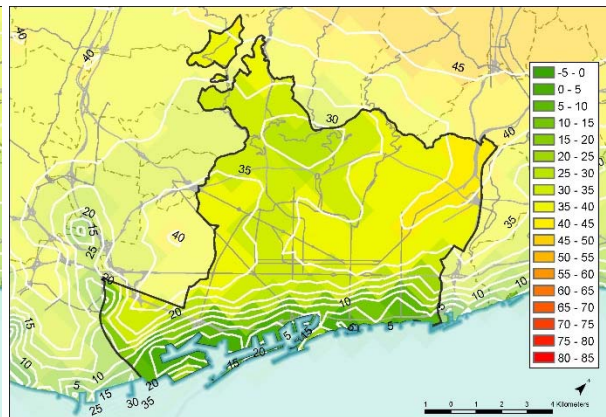
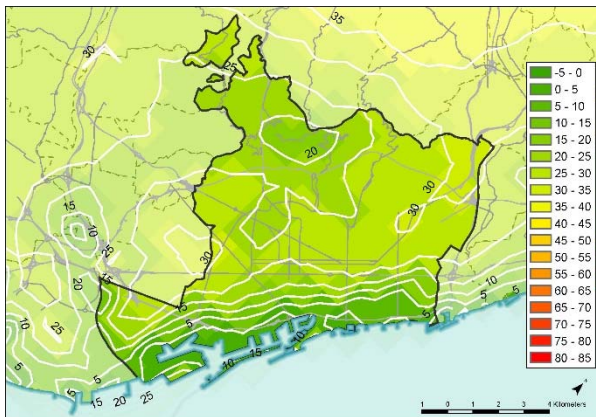
2011-2040



Variació projectada del número anual de dies càlids (TX > 30°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

Variació projectada del número anual de dies càlids (TX > 30°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

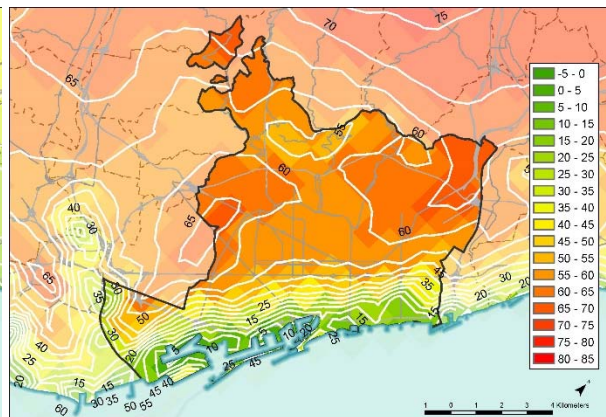
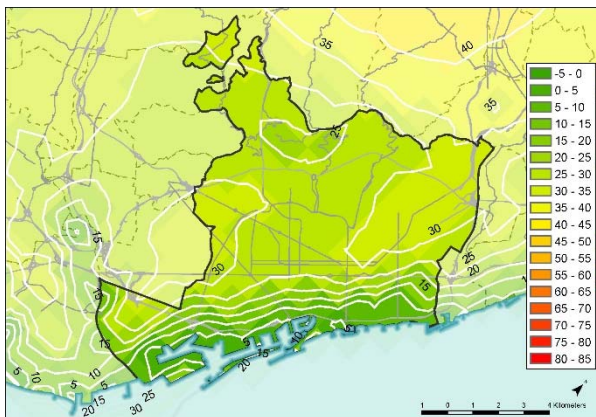
2041-2070



Variació projectada del número anual de dies càlids (TX > 30°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

Variació projectada del número anual de dies càlids (TX > 30°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada del número anual de dies càlids (TX > 30°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5

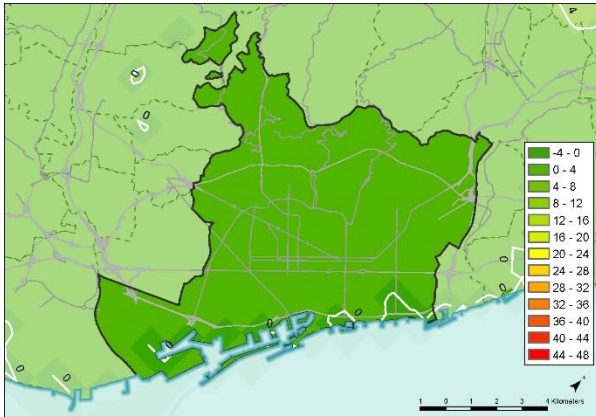
Variació projectada del número anual de dies càlids (TX > 30°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

DIES TÒRRITS (temperatura màxima > 35 °C):

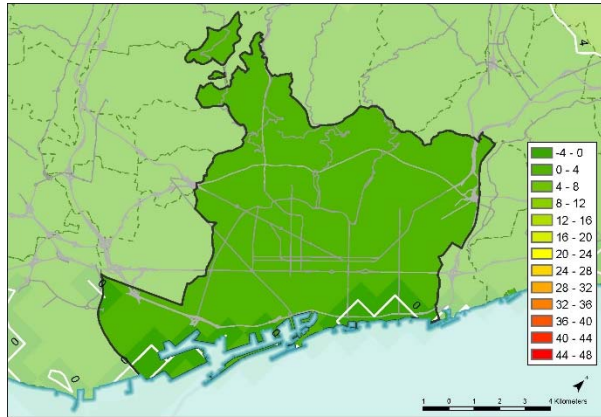
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

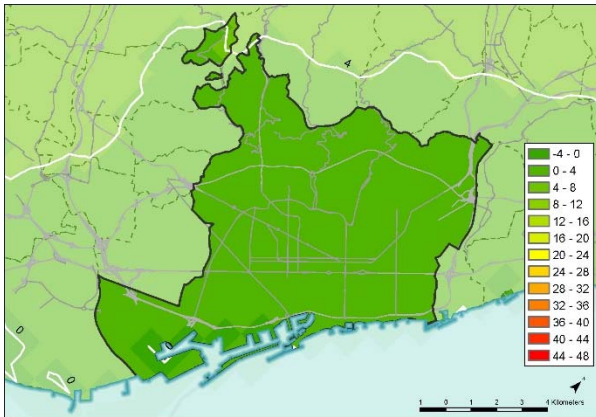


Variació projectada del número anual de dies tòrrids (TX > 35°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

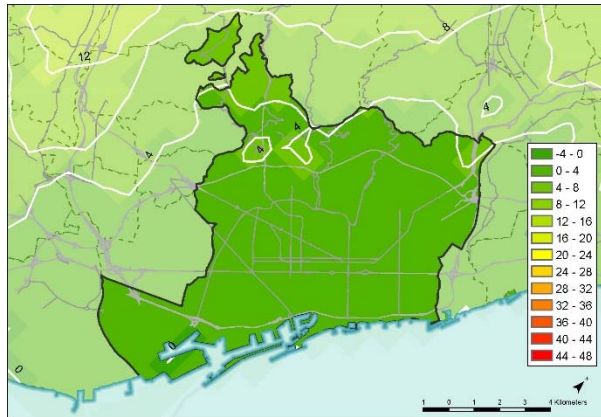


Variació projectada del número anual de dies tòrrids (TX > 35°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

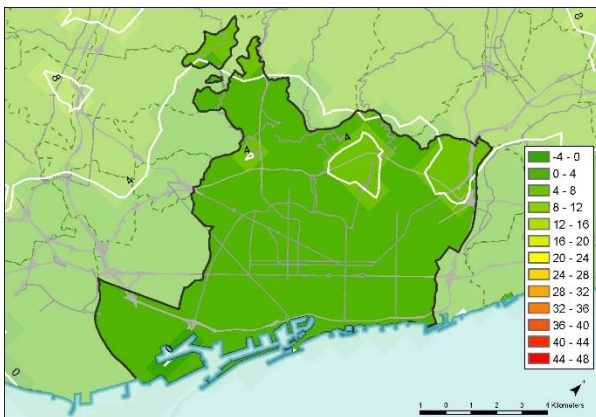


Variació projectada del número anual de dies tòrrids (TX > 35°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

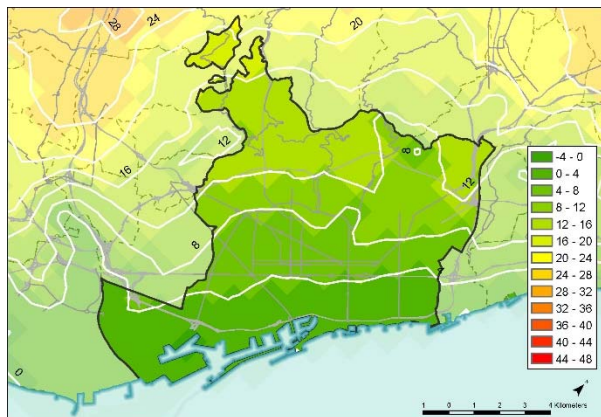


Variació projectada del número anual de dies tòrrids (TX > 35°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada del número anual de dies tòrrids (TX > 35°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



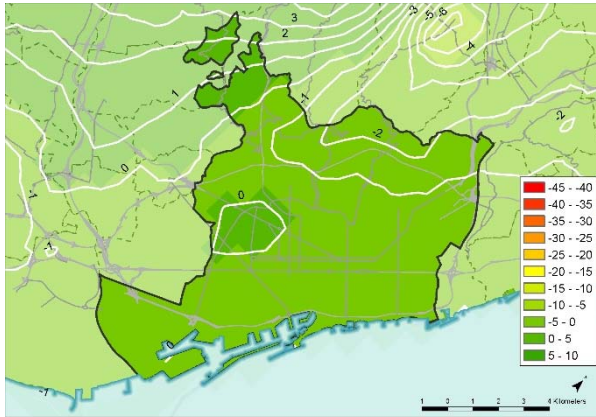
Variació projectada del número anual de dies tòrrids (TX > 35°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

DIES DE GLAÇADA (temperatura mínima < 0 °C):

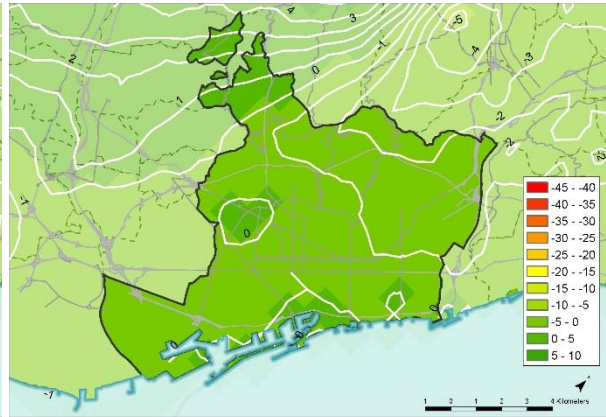
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

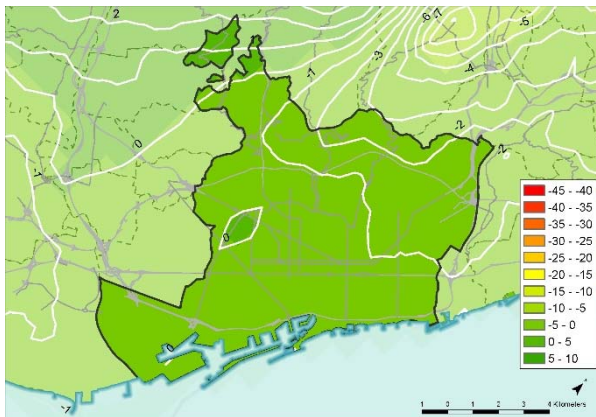


Variació projectada del número anual de dies de glaçada (TN < 0°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

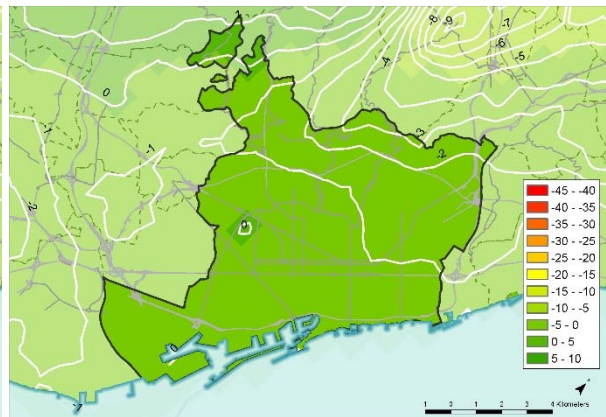


Variació projectada del número anual de dies de glaçada (TN < 0°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

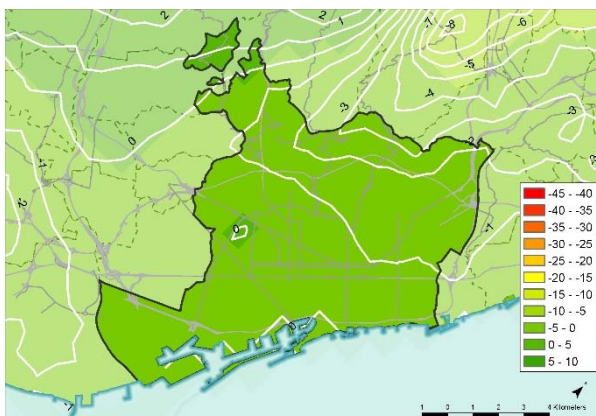


Variació projectada del número anual de dies de glaçada (TN < 0°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

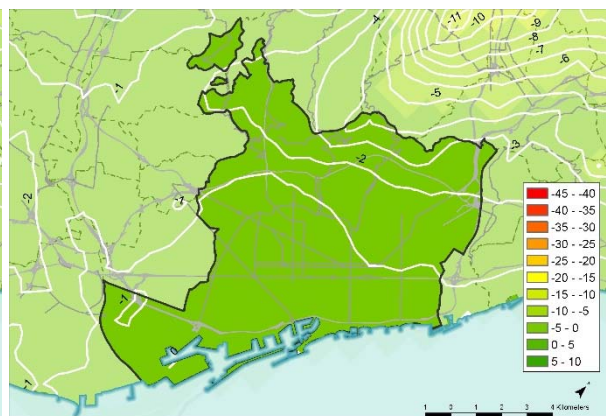


Variació projectada del número anual de dies de glaçada (TN < 0°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada del número anual de dies de glaçada (TN < 0°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



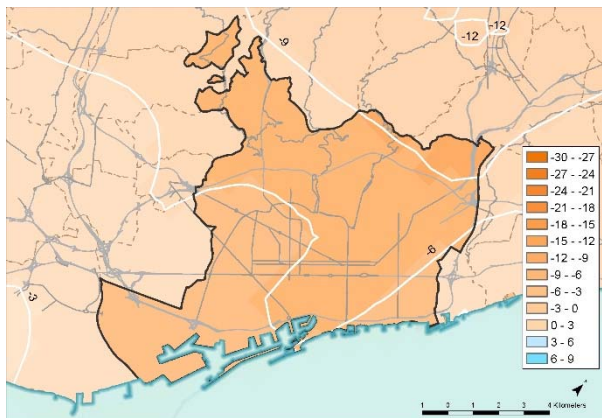
Variació projectada del número anual de dies de glaçada (TN < 0°C) respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

PRECIPITACIÓ MITJANA ANUAL (mm):

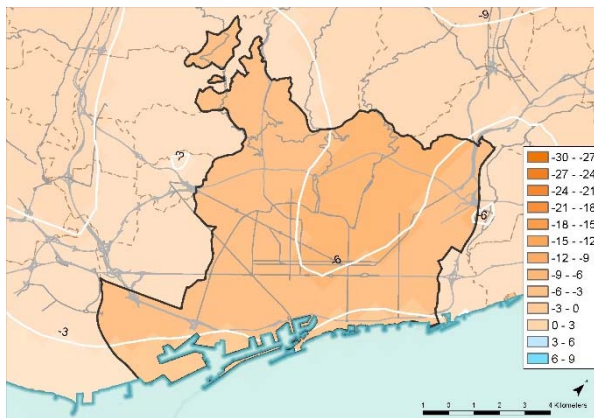
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

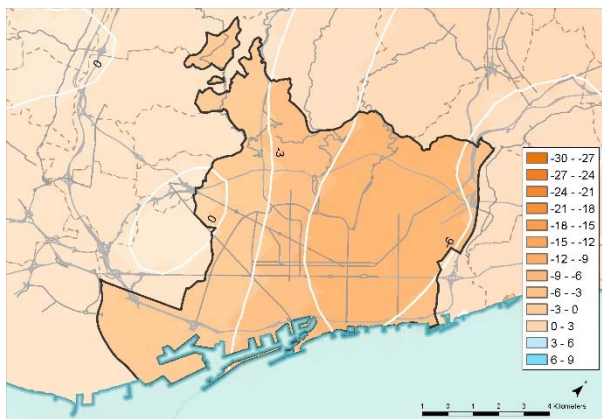


Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

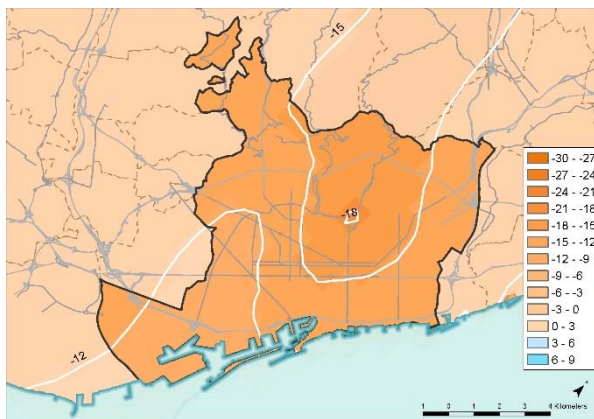


Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

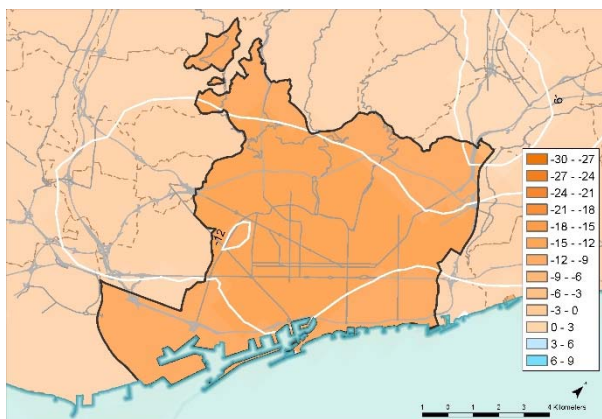


Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

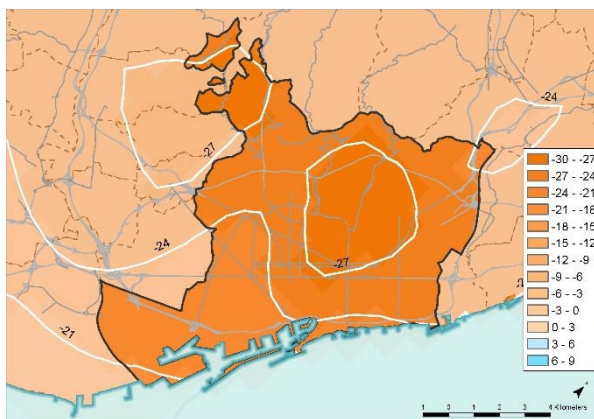


Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



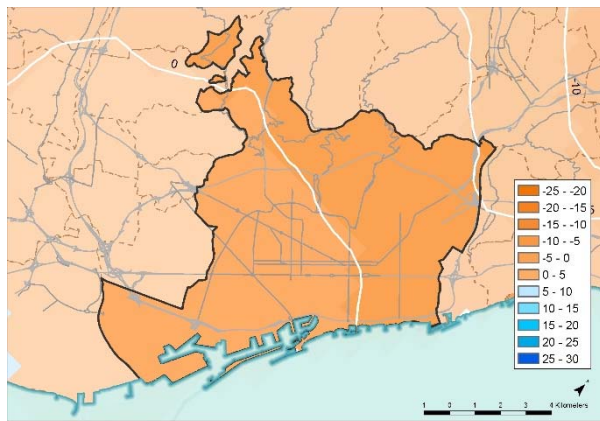
Variació projectada de la Precipitació Mitjana anual respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

PRECIPITACIÓ MITJANA A L'HIVERN (mm):

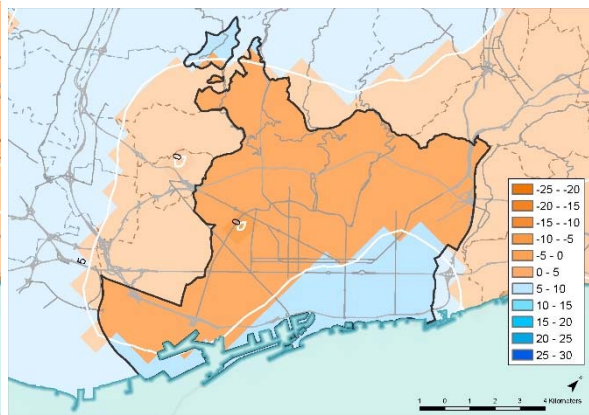
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

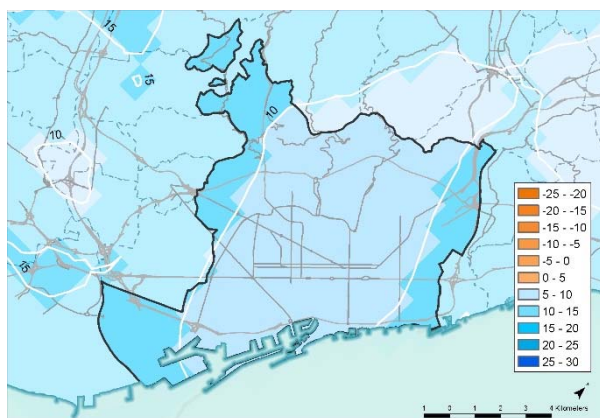


Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

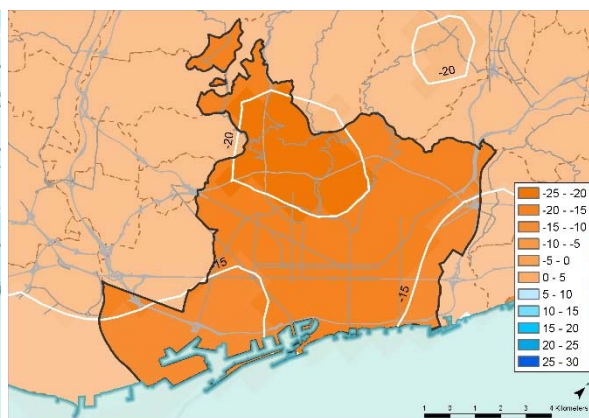


Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

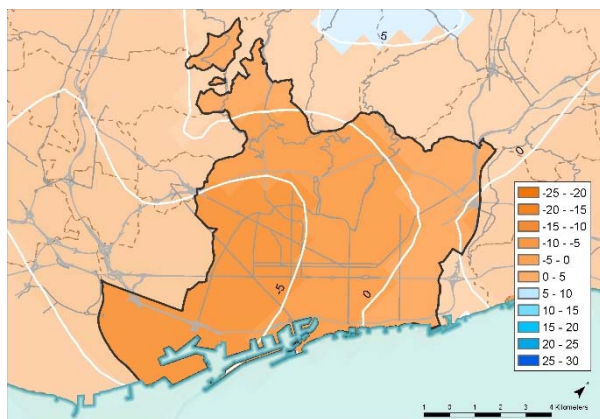


Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

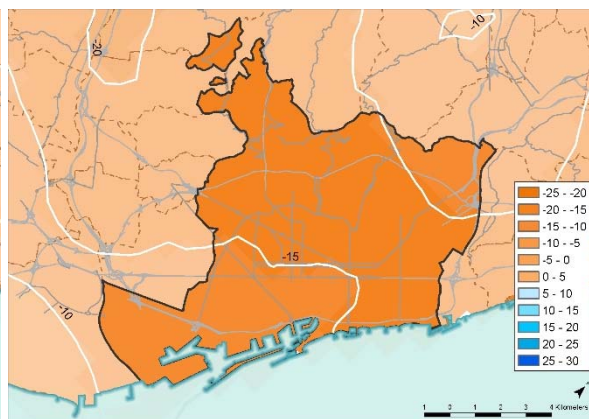


Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



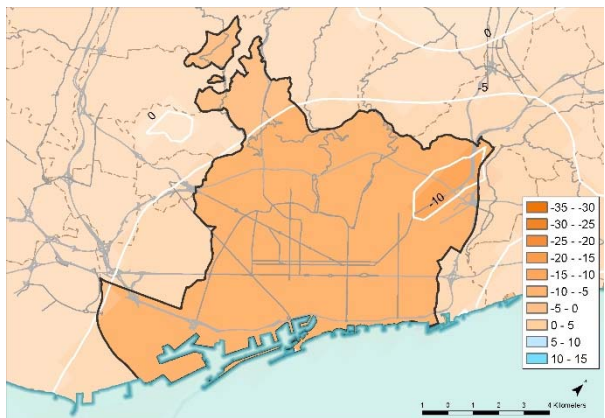
Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'hivern respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

PRECIPITACIÓ MITJANA A LA PRIMAVERA (mm):

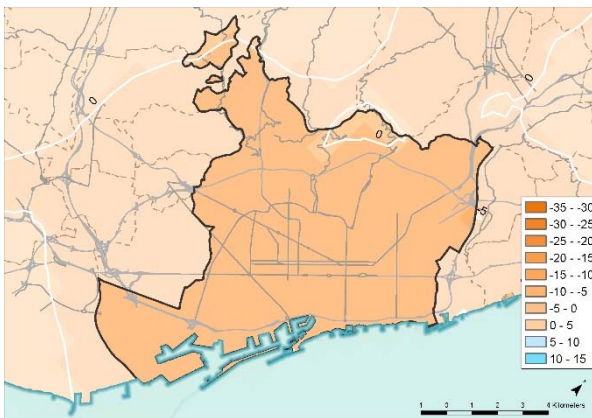
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

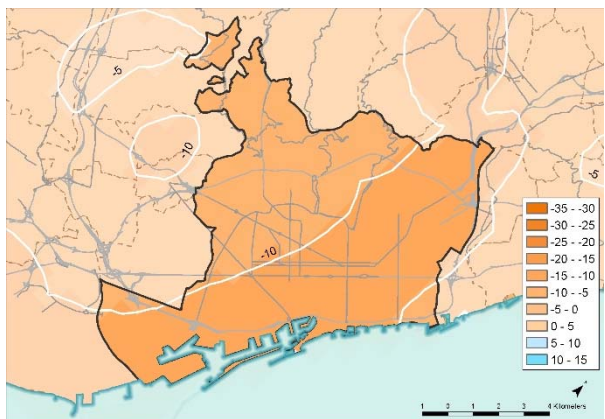


Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

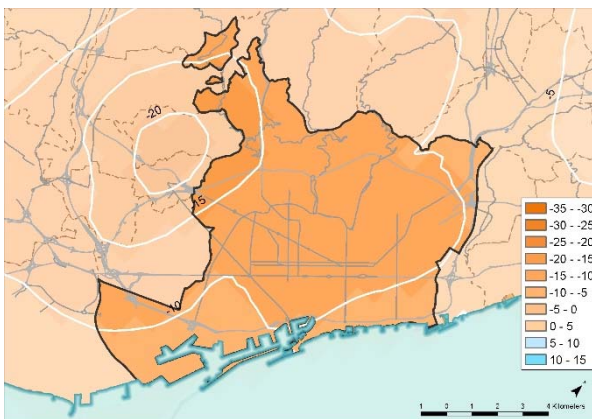


Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

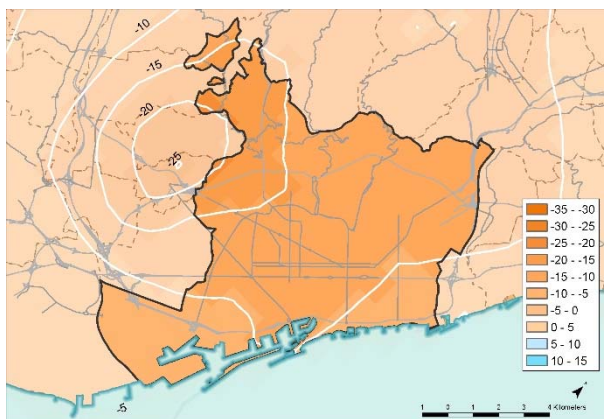


Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

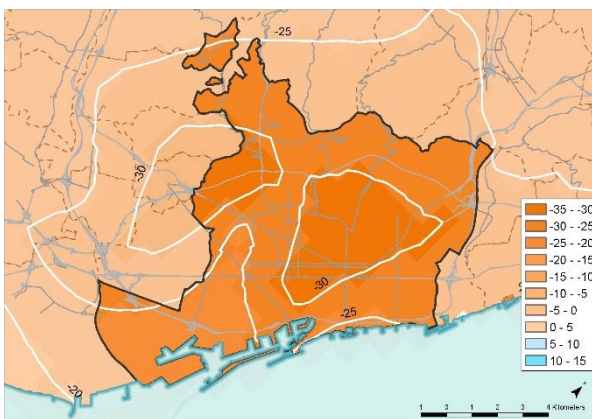


Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



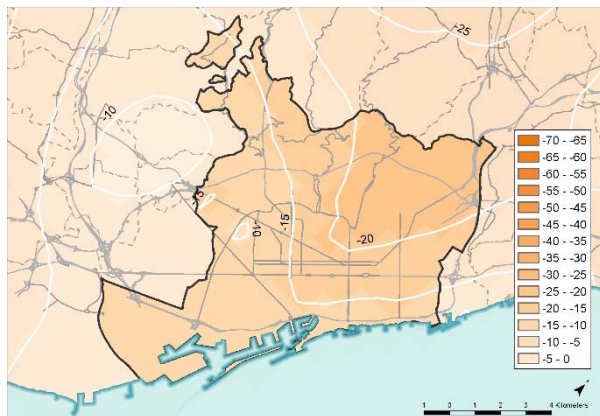
Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la primavera respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

PRECIPITACIÓ MITJANA A L'ESTIU (mm):

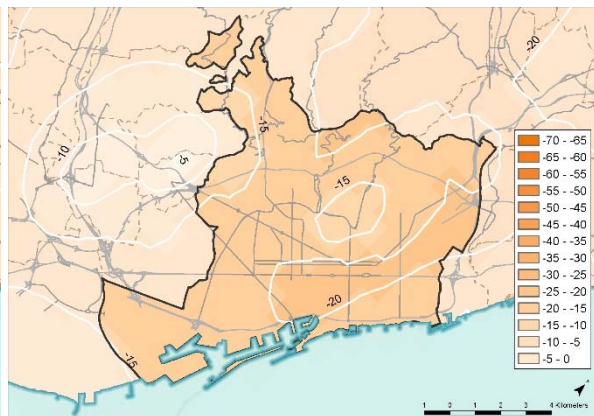
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

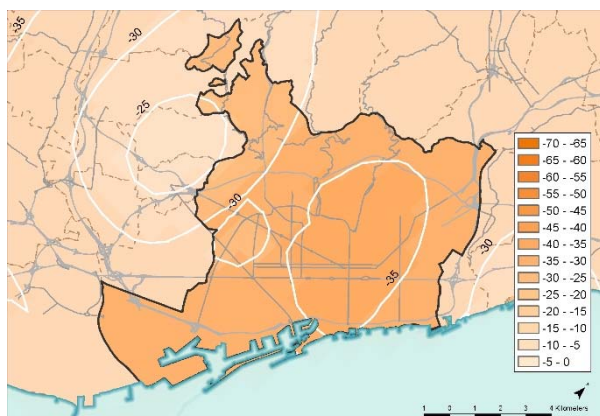


Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

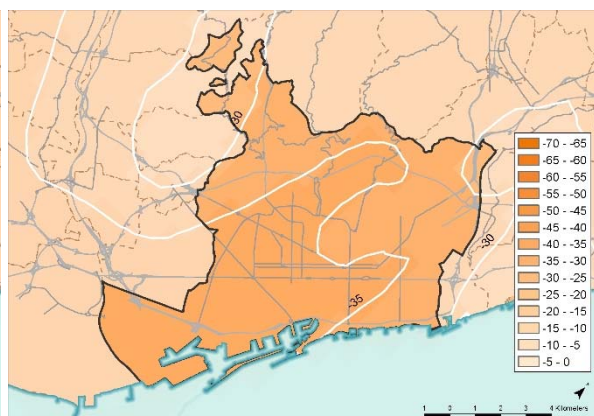


Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

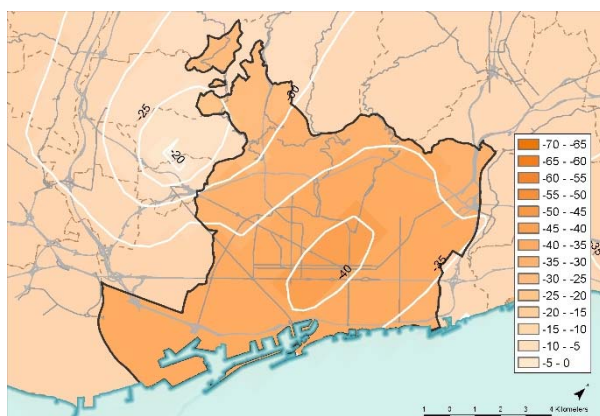


Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

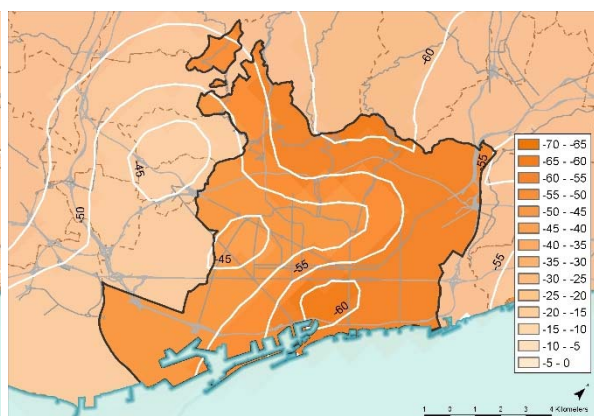


Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



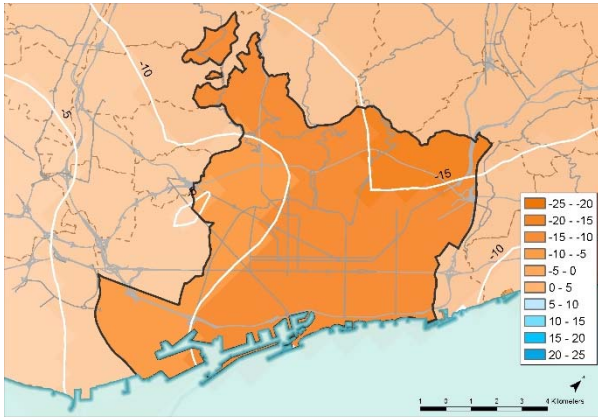
Variació projectada de la Precipitació Mitjana d'estiu respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

PRECIPITACIÓ MITJANA A LA TARDOR (mm):

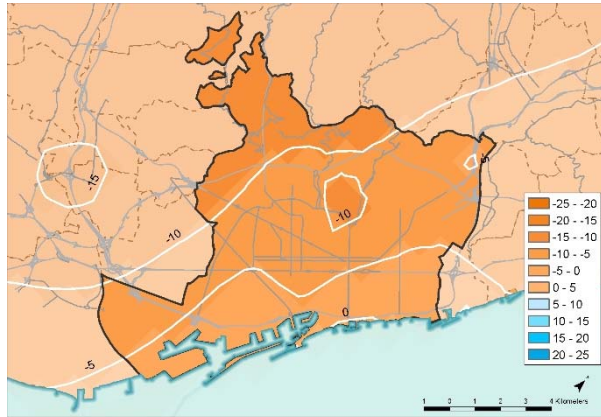
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

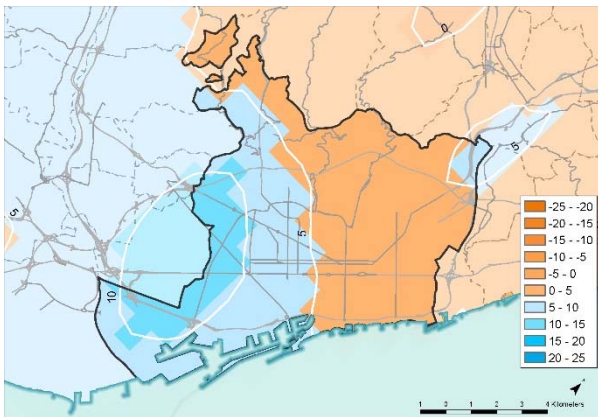


Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

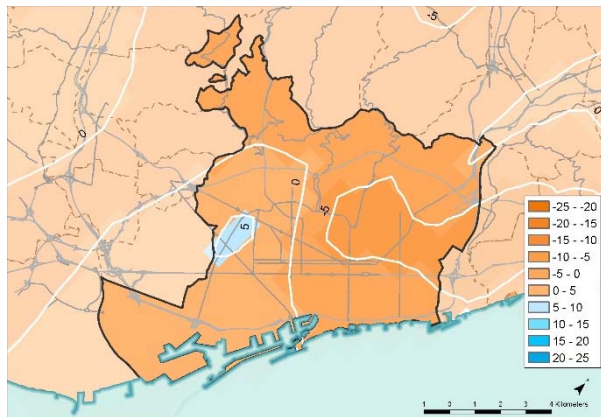


Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

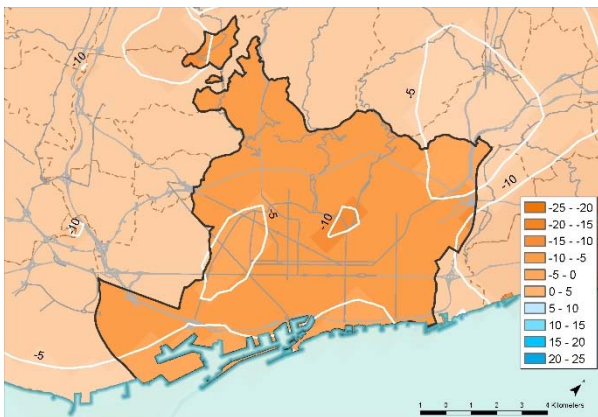


Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

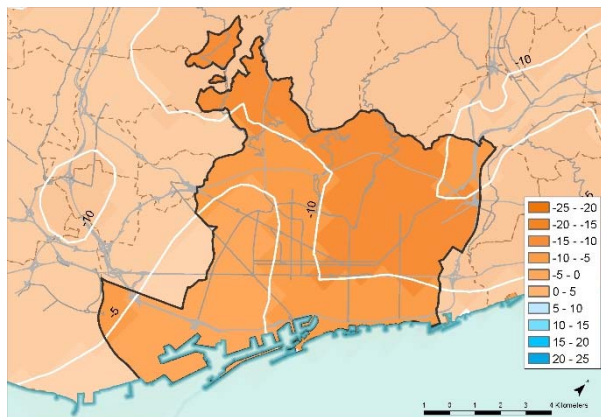


Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



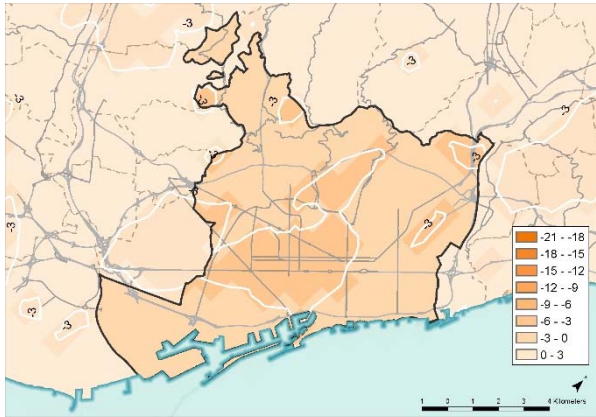
Variació projectada de la Precipitació Mitjana de la tardor respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

DIES AMB PRECIPITACIÓ FEBLE (< 5 mm):

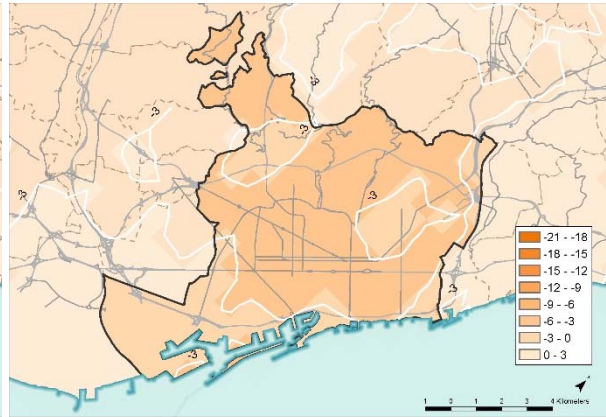
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

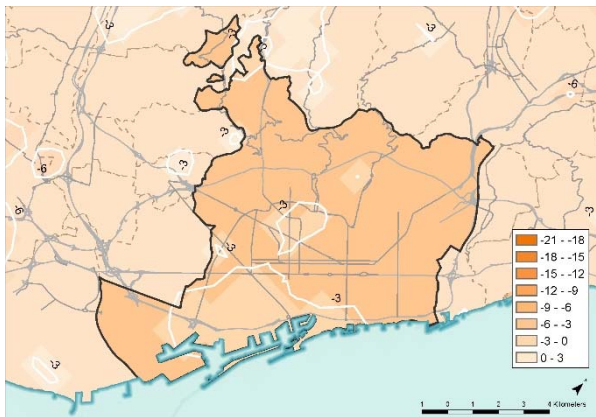


Variació projectada del número anual de dies amb precipitació inferior a 5 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

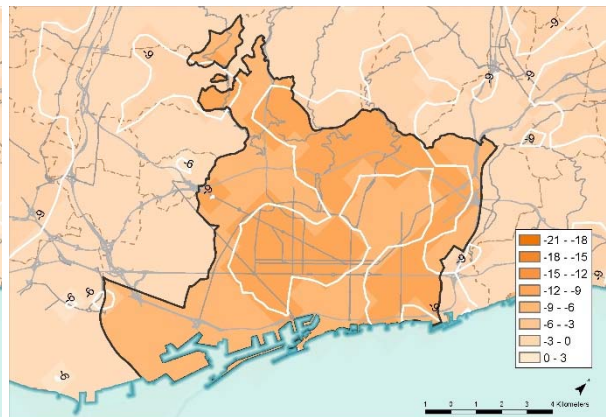


Variació projectada del número anual de dies amb precipitació inferior a 5 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

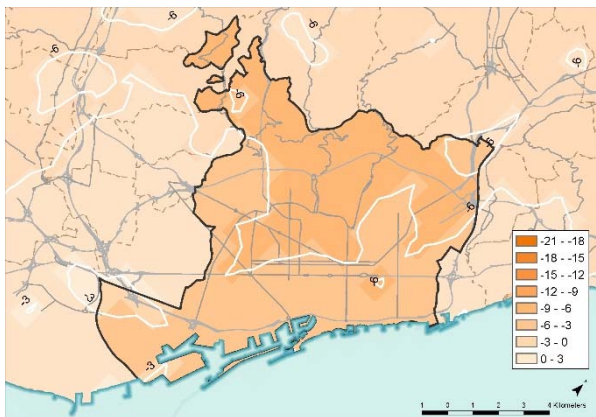


Variació projectada del número anual de dies amb precipitació inferior a 5 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

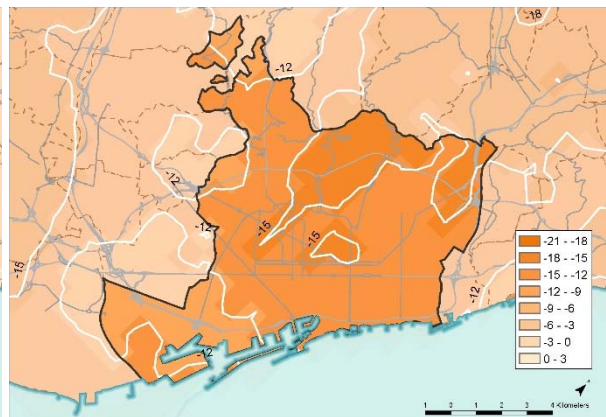


Variació projectada del número anual de dies amb precipitació inferior a 5 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada del número anual de dies amb precipitació inferior a 5 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



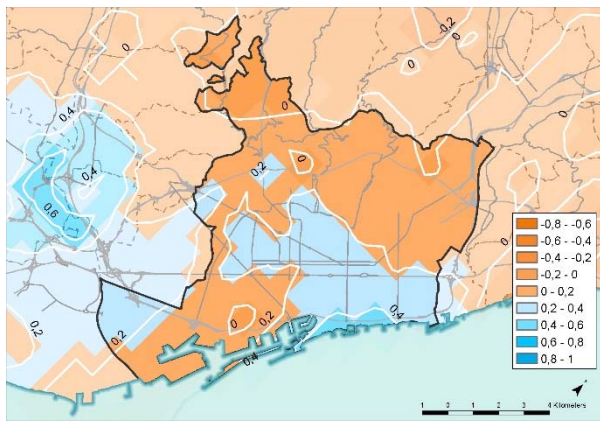
Variació projectada del número anual de dies amb precipitació inferior a 5 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5

DIES AMB PRECIPITACIÓ ABUNDANT (> 50 mm):

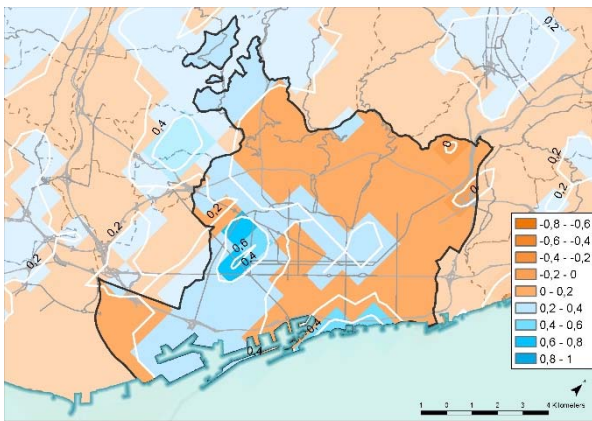
ESCENARI RCP4.5 (COMPROMÈS)

ESCENARI RCP8.5 (PASSIU)

2011-2040

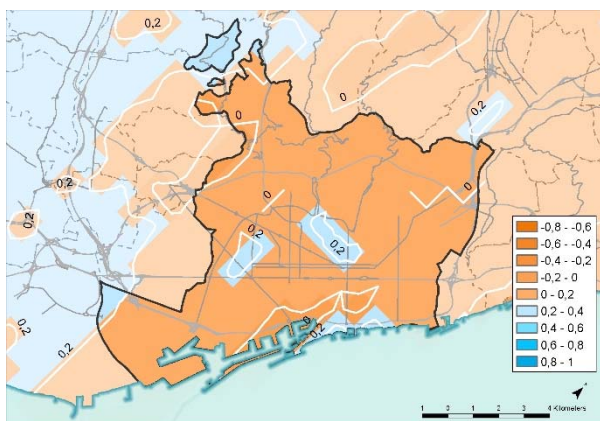


Variació projectada del número anual de dies amb precipitació superior a 50 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 4.5

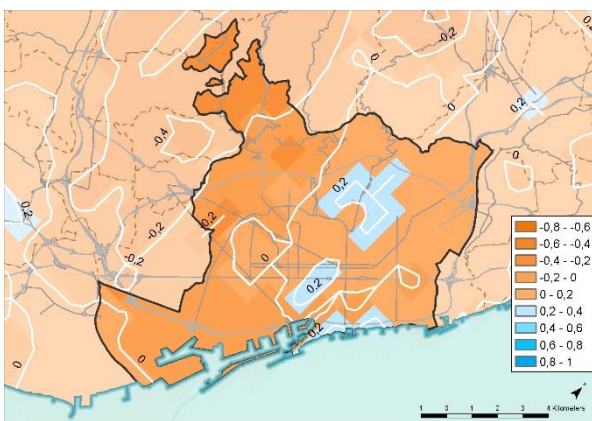


Variació projectada del número anual de dies amb precipitació superior a 50 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2011 – 2040 en l'escenari RCP 8.5

2041-2070

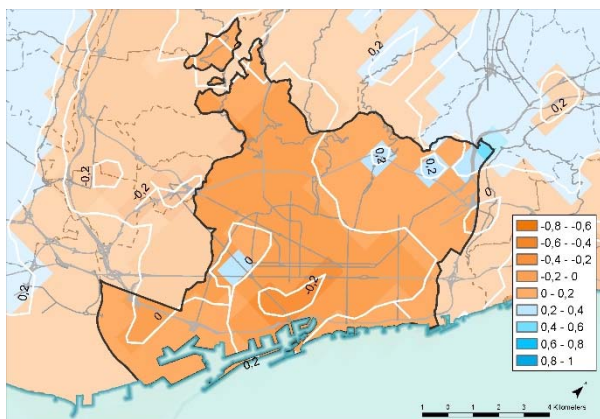


Variació projectada del número anual de dies amb precipitació superior a 50 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 4.5

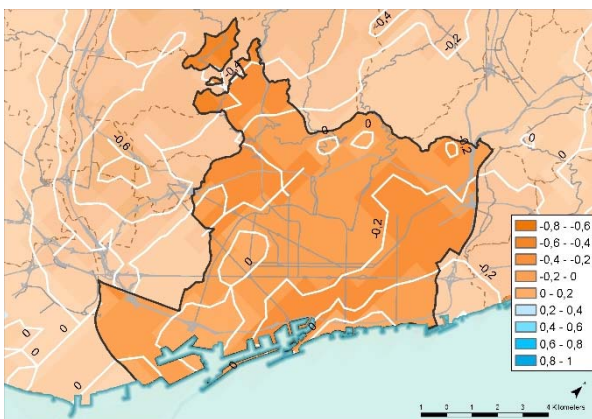


Variació projectada del número anual de dies amb precipitació superior a 50 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2041 – 2070 en l'escenari RCP 8.5

2071-2100



Variació projectada del número anual de dies amb precipitació superior a 50 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 4.5



Variació projectada del número anual de dies amb precipitació superior a 50 mm respecte al període de referència 1971 – 2000 a Barcelona per al període 2071 – 2100 en l'escenari RCP 8.5